

АВТОМАТИЗОВАНА КОРЕКЦІЯ ПОЛОЖЕННЯ КОМПОНЕНТІВ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ ПО ХАРАКТЕРНИМ ТОПОЛОГІЧНИМ ЕЛЕМЕНТАМ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ

Д.т.н. Г. Ю. Щербакова, д.т.н. В. М. Крилов, Р. О. Писаренко, О. С. Паламар

Одеський політехнічний університет
Україна, Одеса
Galina_onpu@mail.ru

Розроблені методи корекції положення електронних компонентів на основі вейвлет-перетворення. Цей підхід може дозволити підвищити завадостійкість процедури позиціонування при низьких відношеннях сигнал/завада по потужності при проведенні діагностування безпосередньо на конвеєрі технологічної лінії.

Ключові слова: автоматизовані системи діагностування, мультістартова оптимізація, вейвлет-перетворення, візуальна інформація

Сучасна електроніка характеризується необхідністю використання автоматизованих систем діагностування (АСД) з обробкою візуальної інформації (ВІ) [1,2] на конвеєрі для підвищення оперативності. Це потребує процедур обробки ВІ з підвищеною завадостійкістю і швидкодією [3, 4]. Система координат при автоматичному збиранні має співпадати з системою координат друкованих вузлів (ДВ). АСД для суміщення використовують реперні знаки (РЗ) на ДВ [4]. Через малі розміри РЗ для визначення їхніх координат виконується локалізація на основі пошуку екстремуму. Існуючі методи локалізації з оцінкою градієнта і гіперболічного вейвлет-перетворення (ВП) [4] – відрізняються низькою завадостійкістю. Підвищити завадостійкість може метод мультістартової оптимізації з використанням ВП (МОВП), завадостійкість якого доведена [3].

Мета роботи – розробити і дослідити методи локалізації на основі МОВП для автоматизованого корегування положення ДВ і їхніх компонентів при збиранні на конвеєрі.

Локалізація РЗ – це різновид сегментації і передбачає розширення області просторової локалізації на базі відомого метода Розенфельда з просторовою низькочастотною фільтрацією [2] (це необхідно через малі розміри РЗ) і його пошук. При виділенні контуру РЗ використовують ітеративні алгоритми визначення екстремуму цільової функції [4]. При їхній реалізації на основі оцінки градієнта чи на основі гіперболічного ВП не вдається відшукати мінімум цільової функції з погрішністю і завадостійкістю, необхідними для позиціонування на конвеєрі при збиранні. Для пошуку мінімуму таких функцій авторами розроблений метод МОВП [3], використаний в роботі для локалізації РЗ. Через наявність на ДВ інтегральних схем (ІС) в однакових корпусах для визначення їх положення обрано локалізацію на основі характерних фрагментів (ХФ). При цьому також знаходять мінімум мультимодальної функції, яка визначає похибку суміщення зображення ІС і її еталона з використанням мультістартової оптимізації з ВП за ітераційною схемою

$$c[n] = c[n-1] - \gamma[n]WT_k(Q(x[n], c[n-1])), \quad (1)$$

де $Q(x, c)$ – функціонал вектора $c = (c_1, \dots, c_N)$, котрий залежить від $x = (x_1, \dots, x_M)$; $\gamma[n]$ – крок; n – номер ітерації; k – номер старту; $WT_k(Q(x[n], c[n-1])) = \{G_{1k}, G_{2k}, \dots, G_{Nk}\}$ визначає напрямки до

екстремуму; $G_{jk} = \frac{1}{s_k} \sum_{\substack{i=-\frac{s_k}{2} \\ i \neq 0}}^{\frac{s_k}{2}} Q(x[n], c_j + ia) \cdot \Psi_k(i)$; s_k – довжина носія вейвлет-функції (ВФ) на k -му

старті (s_k – парне число); a – крок дискретизації ВФ; $\Psi_k(i)$ – ВФ на k -му старті; $j=1, \dots, N$ – розмірність вектора параметрів.

Метод локалізації РЗ на зображенні ДВ включає наступні кроки.

- Крок 1. Визначаються: крок $\gamma[n]$, номери початкового і останнього рядків, погрішність η .
- Крок 2. Для обраного номера рядку задається початкове наближення $c[n]$ при $n = 0$.
- Крок 3. Обчислюється $WT_k(Q(x[n], c[n-1]))$ в точці $c[n]$ і визначається $c[n+1]$ по (1).
- Крок 4. Перевіряється умова $|c[n+1] - c[n]| \leq \eta$. При $|c[n+1] - c[n]| > \eta$ повторюють крок 3.
- Крок 5. Координата екстремуму вноситься до масиву координат контуру.
- Крок 6. Виконується морфологічна корекція контурів РЗ на основі дилатації, замикання, стоншення і відсічі [4].
- Крок 7. Простежують контур РЗ, комбінуючи чотирьохзв'язані і восьмизв'язані підходи [4].
- Метод пошуку ХФ (ІС) на ДВ включає два етапи. На першому виконують позиціонування з локалізацією РЗ на ПУ. Другий етап включає наступні кроки.
- Крок 1. Перетворюють півтонове зображення ДВ $A(x, y)$ в бінарне $V(x, y)$. В роботі пороги бінарізації T_1 і T_2 ; а саме – у пікселя зображення $V(x, y)$ буде значення 1, коли $A(x, y) < T_1$ чи $A(x, y) > T_2$ і буде 0, коли $T_1 < A(x, y) < T_2$. Тут $T_1 = 77$ і $T_2 = 156$.
- Крок 2. Сканують зображення ДВ маскою з визначенням компонента.
- Крок 3. В області цього мінімуму сканують зображення ДВ маскою еталонної ІС. Мінімум функції похибки на кроках 2 і 3 визначається з допомогою МОВП.
- При дослідженні завадостійкості у зображення була додана адитивна гаусівська завада з середньоквадратичним відхиленням $\sigma = 0,01$ і проведена локалізація РЗ на 100 зображеннях ДВ. Погрішність позиціонування ДВ не перевищувала 1,401 мкм (один піксель). Встановлено, що метод працездатний в умовах адитивної завади при відношенні сигнал/завада не менше 7 і при мультиплікативній заваді при відношенні сигнал/завада не менше 6 (по потужності). Розроблений метод локалізації дозволив об'єднати пошук і виділення контурів РЗ і збільшити точність до 1,4 разу в порівнянні з методом Розенфельда з градієнтним пошуком і до 1,2 разу в порівнянні з методом локалізації на основі гіперболічного ВП [4]. Дослідження локалізації на основі пошуку ХФ з МОВП показали, що забезпечується можливість оперативного пошуку позицій виробів при відношенні сигнал/завада цільової функції по амплітуді від 5.
- Таким чином, можливо зробити висновок, що розроблений метод локалізації дозволив об'єднати пошук і виділення контурів РЗ. Досліджена завадостійкість методу в умовах адитивної завади при відношенні сигнал/завада не менше 7 і при мультиплікативній заваді з відношенням сигнал/завада не менше 6 (по потужності), що відповідає вимогам цієї прикладної задачі. Результати досліджень довели, що розроблені методи мають високі показники завадостійкості і швидкодії, що може дозволити проводити діагностування на конвеєрі та за рахунок зниження вимог до освітлювальної системи знизити ресурсоємність діагностування в АСД на їх основі.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Рувинова Э. Автоматизированный оптический контроль печатных узлов // Электроника: Наука, технология, бизнес. – 2002. – № 6. – С. 26 – 32.
2. Rozenfeld A. Picture Processing by Computer. New York – London: Academic press. – 1969.
3. Крылов В. Н., Щербакова Г. Ю. Иерархический субградиентный итеративный метод оптимизации в пространстве вейвлет-преобразования // Электроника и связь. – 2008. – № 6 (47). – С. 28 – 31.
4. Крылов В. Н., Щербакова Г. Ю., Козина Ю. Ю. Позиционирование изображений фотошаблонов в системах автоматизированного оптического контроля // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2007. – № 3 (69). – С. 61 – 64.

Shcherbakova G. Yu., Krylov V.N., Pisarenko R.A., Palamar A.S.

Automated correction of the position of radio electronics components by characteristic topological elements using the wavelet transform

The methods of automated correction of the position of electronics components on the wavelet transformation base are work out. That's methods investigations results allow established the increasing of the procedure noise stability in case of low signal to noise ratio. Those results may allow the quality inspection realization on the conveyor line directly.

Keywords: *automated systems of control, multi start optimization, wavelet transformation, visual information.*