

5. Сейдж Э., Мелс Дж. Теория оценивания и ее применение в связи и управлении: Пер. с англ./Под ред. Б.Р.Левина. – М.:Связь, 1976 - 496с.

*Вишневий С.В., Жук С.Я. Совместная фильтрация и сегментация неоднородных случайных полей с экспоненциально коррелированными текстурами. Синтезированы оптимальный и квазиоптимальный алгоритмы совместной фильтрации и сегментации неоднородных случайных полей с экспоненциально коррелированными текстурами. Анализ квазиоптимального алгоритма выполнен на модельном примере с помощью статистического моделирования на ЭВМ.*

**Ключевые слова:** *фильтрация изображения, сегментация изображения, случайное поле, текстура.*

*Вишневий С.В., Жук С.Я. Сумісна фільтрація та сегментація неоднорідних випадкових полів із експоненціально корельованими текстурами. Синтезовано оптимальний та квазіоптимальний алгоритми сумісної фільтрації та сегментації неоднорідних випадкових полів з експоненціально корельованими текстурами. Аналіз квазіоптимального алгоритму виконано на модельному прикладі за допомогою статистичного моделювання на ЕОМ.*

**Ключові слова:** *фільтрація зображення, сегментація зображення, випадкове поле, текстура.*

*Vishnevyy S.V., Zhuk S.Ya. Joint Filtering and Segmentation of Non-uniform Random Fields with Exponentially Correlated Textures. It's synthesized the optimal and kvazioptimal algorithms of joint filtering and segmentation of non-uniform random fields with exponentially correlated textures. The presented algorithms are based on the mixed Markov processes in discrete time. The analysis of kvazioptiamal algorithm is done on the model example with using the statistical modeling on computer.*

**Key words:** *image filtering, image segmentation, random field, texture.*

УДК 53.082.52; 53.083.98; 53.088.6; 53.088.4

## **МЕТОД ВДОСКОНАЛЕННЯ ОПТИЧНИХ КООРДИНАТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОЗИЦІЙНО-ЧУТЛИВИХ МАТРИЦЬ**

*Туровський А.О.*

### **Вступ. Постановка задачі**

При побудові сучасних оптичних систем, включаючи такі прилади як атомно-силові мікроскопи, та інші надчутливі пристрої з високою точністю позиціонування необхідно визначати кутові координати відбитого від об'єкта, що досліджується, променя. В існуючих пристроях подібні задачі вирішуються шляхом створення оптичних координаторів на базі систем, що стежать, з поворотними дзеркалами на п'єзодвигунах в ортогональних площинах [1], що утримують енергетичний центр падаючого світлового променя в центрі чотирьохквadrантного фотоприймача.

Початок роботи такої системи, вимагає встановлення світлової плями в зоні захоплення системи. Ширина ж зони захоплення визначається діаметром світлової плями від падаючого променя. Таке налаштування досить складне і трудомістке. Для забезпечення більшої ширини зони захоплення

необхідно формувати світлову пляму більшого діаметра, проте, крутість пеленгаційної характеристики і точність утримання енергетичного центра світлової плями в номінальному положенні, залежить від співвідношення між розміром світлової плями і розмірами фоточутливих поверхонь чотириквadrантного фотоприймача. Отже, забезпечення більшої ширини зони захоплення і підвищення точності визначення координат світлової плями є суперечливими вимогами, що не можуть бути виконані при використанні чотирьохквadrантного фотоприймача як позиційно-чутливого елемента. Також, використання слідкуючої системи, яка повинна постійно відслідковувати координати падаючого променя, неминуче призводить до істотного обмеження не лише роздільної здатності, але і швидкодії системи.

### **Позиційно-чутливі матриці та їх аналіз**

Метою даної роботи є удосконалення оптичного координатора, що дозволяє одночасно одержати більшу зону захоплення, більш високу точність визначення координат світлової плями, а також зняти обумовлені наявністю інерційних механічних елементів обмеження його швидкодії. Як буде показано нижче, ця задача розв'язується шляхом використання в оптичному координаторі позиційно-чутливої матриці фоточутливих елементів.

Аналіз схем між'єднань фоточутливих елементів існуючих на сьогоднішній день позиційно-чутливих матриць показав, що практично жодна з існуючих матриць не дозволяє вирішити поставлену задачу у повній мірі.

У зв'язку з цим запропоновані новий спосіб визначення кутових координат джерела оптичного випромінювання і нові схеми між'єднань фоточутливих елементів позиційно-чутливих матриць [2,3].

У пропонувані для розв'язання поставленої задачі матрицях (рис.1а, б) фоточутливі елементи з'єднані в рядки і стовпчики.

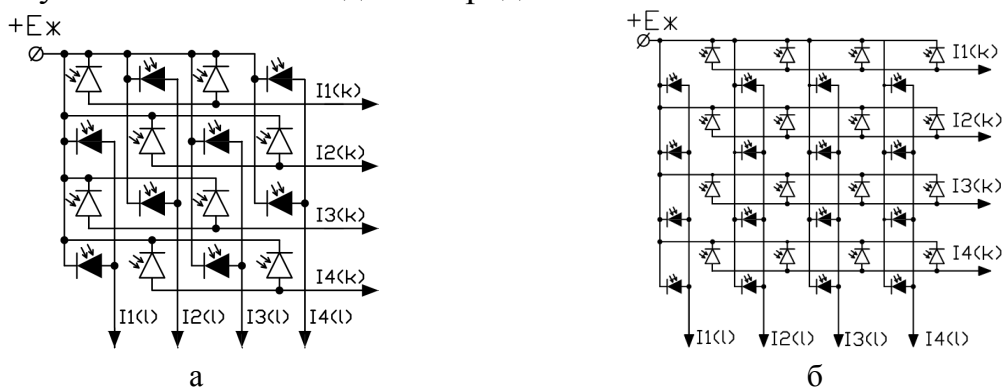


Рис.1. Схеми з'єднань елементів позиційно-чутливих матриць фоточутливих елементів

Елементи матриці (рис.1а) кожного непарного рядка, розташовані в непарних стовпчиках, елементи матриці кожного парного рядка, розташовані в парних стовпчиках, елементи матриці кожного непарного стовпчика, розташовані в парних рядках, і елементи матриці кожного парного стовпчика, розташовані в непарних рядках з'єднані за сигналом паралельно. Ря-

дки другої матриці (рис.1б) утворені фоточутливими елементами, вписаними в ромбічні чарунки і з'єднані паралельно за сигналом уздовж діагоналей, паралельних рядкам матриці, стовпці утворені фоточутливими елементами, з'єднаними за сигналом паралельно, паралельними стовпчикам матриці і вписаними в ромбічні чарунки, що мають спільні з чарунками рядків сторони і діагоналями, орієнтованими уздовж стовпчиків матриці.

Для задач, котрі вимагають систем з досить великим значенням динамічного діапазону оптичних сигналів, де аналогова і цифрова обробка сигналів стає неприйнятною, позитивні результати можна одержати викорис-

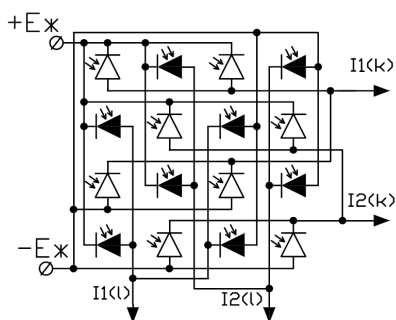


Рис.2. Позиційно-чутлива матриця

товуючи топологію міжз'єднань позиційно-чутливої матриці, зображеної на рис.2. Таке з'єднання елементів матриці передбачає формування сигналів різниці із сусідніх рядків і стовпчиків, які включені за сигналом зустрічно, що істотно зменшує динамічний діапазон електричних сигналів на виходах матриці при великому робочому динамічному діапазоні оптичних сигналів. Фотоелементи з'єднані таким чином, що на виходах пропонованих матриць формуються електричні сигнали, які

дорівнюють сумі фотострумів від елементів відповідних рядків (стовпчиків) матриці.

Розроблено математичні моделі, методики та алгоритми розрахунку пеленгаційних характеристик приведених матриць, які фактично є залежностями вихідних електричних сигналів рядків і стовпчиків матриці від координат центра світлової плями, що переміщується в межах одного елемента матриці. У моделях розглянуті матриці фоточутливих елементів квадратної форми розмірами  $a \times a$  із проміжками шириною  $t$  між ними, на поверхні яких сформована кругла світлова пляма діаметром  $D$  з відомим законом розподілу  $E(x,y)$  освітленості.

Щоб за визначеними інформативними параметрами  $Pinf(v)$  визначити вихідні координати  $x_0, y_0$  центра світлової плями на матриці, необхідно встановити правила взаємного перетворення простору  $\{Pinf(v)\}$  інформативних параметрів і простору координат  $\{x_0, y_0\}$  центра світлової плями. Для цього можна використати наступну методику [2].

Спочатку для кожної пари значень ортогонального масиву  $n \times n$  значень координат  $\{x_0, y_0\}$  визначаються (експериментально чи розрахунковим шляхом) значення електричних сигналів  $Sii, SJj$  з виходів матриці. Потім за обраними алгоритмами для кожної пари значень з масиву  $n \times n$  координат  $\{x_0, y_0\}$  обчислюються за значеннями електричних сигналів  $Sii, SJj$  з виходів матриці відповідні значення інформативних параметрів  $Pinf(v)$ .

Правило прямого перетворення простору координат  $\{x_0, y_0\}$  центра світло-

вої плями в простір інформативних параметрів  $\{P_{inf}(v)\}$  встановлювалося за методом послідовних поліноміальних апроксимацій обчислених величин кожного інформативного параметра з простору  $\{P_{inf}(v)\}$ , для чого спочатку апроксимувалися значення інформативного параметра  $P_{inf}(v)$  по  $x_0$  при фіксованій координаті  $y_0$ , а далі апроксимувалися значення коефіцієнта  $A$  по  $y_0$ .

Аналогічним чином визначалися функції, що апроксимують залежності всіх інших інформативних параметрів  $P_{inf}$  від координат  $x_0, y_0$  центра світлової плями на матриці. У такий спосіб одержують вираз для правила  $\varphi$  прямого перетворення простору координат  $\{x_0, y_0\}$  центра світлової плями в простір  $\{P_{inf}(v)\}$  інформативних параметрів:

$$\varphi := \begin{cases} P_{inf}(1) = F_{P1}(x_0, y_0); \\ P_{inf}(2) = F_{P2}(x_0, y_0); \\ \dots \\ P_{inf}(V) = F_{PV}(x_0, y_0). \end{cases} \quad (1)$$

Для визначення правила  $\psi$  зворотного відображення, необхідно знайти функції перетворення значень інформативних параметрів  $P_{inf}(v)$  у координати  $x_0, y_0$  центра світлової плями.

Для цього за заданими інформативними параметрами  $P_{inf}(v)$  знаходилися відповідні їм координати  $x_0, y_0$  центра світлової плями як рішення системи рівнянь (1). Потім описаним вище способом визначаються функції  $F_X, F_Y$ , що інтерполують залежності координат  $x_0, y_0$  центра світлової плями від визначених значень інформативних параметрів  $P_{inf}(v)$ , що і описують правило  $\psi$  зворотного відображення, що дозволяє за відомими інформативними параметрами  $P_{inf}(v)$  знайти відповідні їм координати  $x_0, y_0$

центра світлової плями:  $\psi := \begin{cases} x_0 = F_X(P_{inf}(1), P_{inf}(2), \dots, P_{inf}(V)); \\ y_0 = F_Y(P_{inf}(1), P_{inf}(2), \dots, P_{inf}(V)). \end{cases}$

### **Висновки**

Доведена можливість використання позиційно-чутливих матриць із новими схемами міжз'єднань фоточутливих елементів для вдосконалення параметрів оптичних координаторів.

Запропоновано моделі, методики та алгоритми розрахунків очікуваних характеристик приведених матриць.

### **Література**

1. Астапов Ю.М., Васильев Д.В., Заложнев Ю.И. Теория оптико-электронных следящих систем. -М.: Наука. – 1988. – 328 с.
2. Москаленко М.А., Потапова Г.К. Спосіб визначення кутових координат джерела оптичного випромінювання та позиційно-чутлива матриця фоточутливих елементів // Україна. Деклараційний патент на винахід. – № 51047. – 2002 р.
3. Воронько А.А., Москаленко М.А., Потапова Г.К. Позиционно-чувствительная матрица фоточувствительных элементов с рекордным динамическим диапазоном // III

International Conference on Optoelectronic Information Technologies "PHOTONICS-ODS 2005". – Vinnytsia. – P.201.

4. Воронько А.А., Москаленко М.А., Потапова Г.К., Туровский А.А. Позиционно-чувствительная матрица фоточувствительных элементов со специальной топологией межсоединений для атомной микроскопии // Труды девятой международной научно-практической конференции «Современные информационные и электронные технологии». – Одесса. – 2008. – С.120.

*Туровський А.О. Метод вдосконалення оптичних координаторів з використанням позиційно-чутливих матриць. Здійснено аналіз існуючих матриць фоточутливих елементів; наведені нові типи матриць і способи визначення кутових координат у оптичних координаторах, побудованих на їх основі; запропоновано математичну модель та методику розрахунку характеристик запропонованих схем фоточутливих матриць.*

**Ключові слова:** координатор, фоточутливі елементи, пеленгаційні характеристики

*Туровский А.А. Метод усовершенствования оптических координаторов с использованием позиционно-чувствительных матриц. Проведен анализ существующих матриц фоточувствительных элементов; приведены новые типы таких матриц и способы определения угловых координат в оптических координаторах, построенных на их основе; предложено математическую модель и методики расчета характеристик предложенных схем фоточувствительных матриц.*

**Ключевые слова:** координатор, фоточувствительные элементы, пеленгационные характеристики

*Turovskyu A.O. Method of improvement of optical coordinators with use of positionally-sensitive matrixes. The analysis of existing matrixes of photosensitive elements is carried out; new types of such matrixes and ways of definition of angular co-ordinates in the optical coordinators constructed on their basis are exemplified; it is offered mathematical model and design procedures of characteristics of the offered schemes of photosensitive matrixes.*

**Key words:** coordinator, photosensitive elements, setting characteristics.