

ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ХАФА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ЗОБРАЖЕННІ

Харченко В.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Гороховатський В.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Інформатики, тел. (057) 702-14-19)
e-mail: vladislavakharchenko1029@gmail.com

Обговорюється використання перетворень Хафа для виявлення прямих та окружностей на зображенні. Метод дає змогу вказати параметри аналітичного сімейства кривих та забезпечує пошук на зображенні безлічі кривих заданого сімейства. Описані математичні моделі, алгоритми пошуку та шляхи реалізації розглянутого методу.

При обробленні цифрових зображень виникає проблема виявлення простих фігур, таких як прямі, кола або еліпси. Наприклад, пошук прямолінійних сегментів зображень може використовуватися у завданні навігації робота в незнайомому навколишньому середовищі на основі відеоінформації від монокулярного джерела. Пошук кіл і еліпсів застосовується при вирішенні задачі розпізнавання кіл черенковського випромінювання в детекторі частинок. Перетворення Хафа (Hough transformation) розроблене в 1962 році, воно стало ефективним засобом вирішення таких завдань [1-3].

Пряма на площині описується рівнянням $y = kx + b$ і може бути задана парою незбіжних точок. Однак зручніше надати пряму за допомогою двох інших параметрів ρ і θ . Параметр ρ – це довжина перпендикуляра, опущеного на пряму з початку координат, а θ – це кут між цим перпендикуляром і віссю x (рис. 1). Площину (ρ, θ) називають простором Хафа (Hough space) для набору прямих або фазовим простором. Через одну точку декартової площини (x_0, y_0) можна провести нескінченну кількість прямих, і всі прямі, що проходять через неї, відповідають рівнянню $\rho(\theta) = x_0 \cdot \cos\theta + y_0 \cdot \sin\theta$.

Це відповідає синусоїдній кривій у просторі (ρ, θ) . У свою чергу, кожній точці простору (ρ, θ) відповідає набір точок (x, y) на зображенні, який утворює пряму.

Якщо синусоїди, що відповідають двом точкам декартової площини, накласти одну на одну, то точка (у просторі Хафа), де вони перетнуться, буде відповідати параметрам прямої, що проходить через обидві ці точки. Таким чином, ряд точок, які формують пряму лінію, визначають синусоїди, які перетинаються у точці параметрів (ρ_0, θ_0) для цієї лінії.

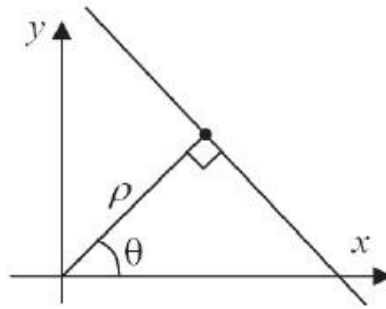


Рис. 1 Пряма на площині з параметрами ρ і θ

Кожній точці (ρ_0, θ_0) простору (ρ, θ) можна поставити у відповідність лічильник, що відповідає кількості точок (x, y) , які лежать на прямій $x \cdot \cos\theta_0 + y \cdot \sin\theta_0 = \rho_0$. Таким чином, досить вибрати на зображенні, побудованому у полярних координатах, найбільш "жирні плями", отримавши тим самим параметри відповідної прямої.

Точки кола можна представити формулою $(x - a)^2 + (y - b)^2 = R^2$, де (a, b) – координати центру кола, а R – її радіус. Набір центрів всіх можливих кіл радіуса R , що проходять через конкретну точку, утворює коло радіуса R навколо цієї точки. Таким чином, геометричне місце точок, які могли б бути центрами кола даного розміру, що проходить через цю точку, являє собою коло такого ж розміру з центром у голосуючій точці.

Алгоритм пошуку кіл заданого радіуса на зображенні зводиться до "малювання" у фазовому просторі кіл з центрами в усіх непустих точках зображення і подальшому пошуку локальних максимумів простору Хафа. Можуть використовуватися різноманітні методи аналізу простору параметрів, наприклад, пошук фіксованого числа локальних максимумів, порогова сегментація акумуляторної функції або поетапний пошук, який виключає глобальний максимум акумуляторної функції.

Список використаних джерел:

1. Вершок Д.А. Алгоритмические средства обработки и анализа изображений на основе преобразования Хафа / Д.А. Вершок. – Минск, 2002.
2. Лебедев С.А., Ососков Г.А. Быстрые алгоритмы распознавания колец и идентификации электронов в детекторе RICH эксперимента CBM // С.А. Лебедев, Г.А. Ососков. – №2 (151). – М.: Письма в ЭЧАЯ, 2009. – С. 260-284.
3. Дегтярева А., Вежневцев В. Преобразование Хафа (Hough transform). Компьютерная графика и мультимедиа [Электронный ресурс] // А. Дегтярева, В. Вежневцев. – №1 (1). – 2003. Режим доступа: <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/36>