



УКРАЇНА

(19) UA (11) 58473 (13) U
(51) МПК
G06K 9/64 (2011.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИДІЛЕННЯ ГРАНИЦЬ ОБ'ЄКТА НА ЗОБРАЖЕННІ

1

2

(21) u201012116

(22) 13.10.2010

(24) 11.04.2011

(46) 11.04.2011, Бюл.№ 7, 2011 р.

(72) БІЛАН СТЕПАН МИКОЛАЙОВИЧ, БІЛАН МИКОЛАЙ МИКОЛАЙОВИЧ, ШЕВЧЕНКО ОЛЬГА ВІКТОРІВНА, ГОРЕЙКО СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, ФЕДОРЕНКО ЛЮБОВ ВОЛОДИМИРІВНА

(73) ДЕРЖАВНИЙ ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТУ

(57) Спосіб виділення границь об'єкта на зображенні, що полягає у проектуванні оброблюваного зображення на матрицю фоточутливих елементів, перетворюють інтенсивності кожної точки зображення у код, визначають значення коду, що відповідає фоновому рівню, визначають рівень пере-

вищеного значення фону і порівнюють отримані значення між сусідніми клітинами, який **відрізняється** тим, що для кожної клітини матриці фоточутливих елементів формують околицю із сусідніх клітин цієї матриці, визначають значення інтенсивностей у кожній клітині, визначають середнє значення інтенсивності для кожної клітини та її околиці, порівнюють отримане середнє значення зі значенням контрольної клітини і, якщо значення інтенсивності контрольної клітини більше отриманого середнього значення околиці, відносять її до клітини, що належить границі багатоградаційного зображення, якщо значення інтенсивності контрольної клітини менше отриманого середнього значення околиці, то інтенсивність даної клітини зменшують до значення фонові інтенсивності.

Корисна модель відноситься до автоматики, обчислювальної техніки та цифрової обробки зображень, зокрема для виділення перепадів яскравості, а також може бути використана для підвищення точності геометричних вимірів різних фрагментів зображення.

Відомий спосіб виділення границь об'єктів на зображеннях, які сильно зашумлені (Эвентов А. З., Литвинов М. М. Куликов Л. М. ЭВМ и сердце: микропроцессоры в лучевой диагностике. - М.: Наука, 1989-152 с. На стор. 86), що включає вибір зони пошуку максимального перепаду яскравості і напрямку пошуку обчислення максимального значення перепаду яскравості на кожному інтервалі пошуку, згладжування і маркірування отриманої границі. Сутність методу розкривається на прикладі обробки зображення лівого шлуночка серця. Для виділення границь використовують градієнтні методи, оператори яких інваріантні стосовно повороту x та y.

$$G = \left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right)^2$$

Для виділення границь лівого шлуночка лікар установлює зону інтересу у виді прямокутника на зображенні серця таким чином, щоб з одного боку, весь лівий шлуночок потрапив у середину цієї зони, а з іншого боку - щоб різниця між площею цієї зони і площею лівого шлуночка була максималь-

ною. Потім розраховують величини градієнтів уздовж усіх рядків і всіх стовпців від центра до границь прямокутника. У кожному рядку границю лівого шлуночка вибирають як дві точки, у яких значення градієнта максимальне. Ці точки маркіруються в зоні інтересу. З огляду на те, що границі шлуночка безперервні, роблять згладжування границь, що зменшує вплив викидів, обумовлених дією шуму.

Недоліками даного способу є низька точність визначення положення перепаду яскравості при високому рівні шуму і розмитих границях, а також низька швидкість, оскільки витрачається багато часу на обробку даних з кожного рядка зображення та існує можливість помилкового маркірування точок і визначення перепадів яскравості.

Відомий спосіб виділення границь об'єкта на зображенні, що включає вибір зони пошуку максимального перепаду яскравості і напрямку пошуку, обчислення максимального значення перепаду яскравості на кожному інтервалі пошуку, згладжування і маркування отриманої границі, границю, яку виділяють, описують безупинною кривою, використовуючи апіорні дані про форму границі об'єкта зображення, що спостерігається, а як зону пошуку вибирають частину даної кривої, для обчислення перепаду яскравості застосовують віконний оператор, у якого координати $2k+1$ елементів кожної з рядків точки, що в сукупності повторюють форму фрагмента кривої, який складається з $2k+1$

(13) U
(11) 58473
(19) UA

елементарних точок, j - а точка є середньою, а розташування стовпців віконного оператора збігаються по напрямку з нормаллю до j - ї точки кривої, виконують обчислення перепаду яскравості, послідовно переміщуючи віконний фільтр по нормалі від нижньої границі зони пошуку до верхньої, знаходять максимальне значення перепаду яскравості на даному інтервалі пошуку і фіксують при цьому координати центра вікна відповідно до яких виконують маркування точки максимального перепаду на інтервалі пошуку, при виникненні на інтервалі пошуку декількох однакових максимальних значень перепаду маркують точку розташовану ближче до апіорної кривої, при виникненні двох точок, що рівновіддалені від апіорної кривої та мають однакове максимальне значення перепаду маркують точку, яка ближча до попередньої маркованої точки, описану вище процедуру застосовують для всіх інших точок кривої й одержують на зображенні марковані точки, що відповідають уточненій границі об'єкта, після чого уточнена границя згладжується, використовують оператор, що містить один рядок з елементами заданого значення, у якого координати $2k+1$ елементів такі, що в сукупності повторюють форму фрагмента кривої, а для обчислення перепаду яскравості використовують різниці отриманих значень згортки оператора з зображенням, отримані на попередніх і наступних кроках, значення елементів вектора - рядка вибирають однаково, а замість обчислення згортки на кожному кроці виконують медіанну фільтрацію параметрів точок зображення координати яких збігаються з координатами вектора - рядка, вагу елементів вектора - рядка оператора вибирають однаковою, а замість обчислення згортки на кожному кроці виконують усереднення параметрів точок зображення, координати яких збігаються з координатами вектора - рядка з відбраковуванням «перешкоджаючих» значень.

Недоліками даного способу є низька швидкість за рахунок послідовного формування кривої перепаду яскравості та застосування віконного фільтру з послідовним пересуванням віконного фільтру по нормалі, а також низька точність за рахунок визначення максимальних перепадів, що може призвести до хибних результатів.

Найбільшим близьким за змістом до заявляемого є спосіб, що реалізований у пристрої (Патент України №17980, БІ №5, від 31.10.97 р., G06K9136), який полягає у тому, що зображення проєктують на матрицю фоточутливих елементів, площа кожного з яких визначає одиничний дискрет зображення, перетворюють оптичні сигнали у рівноваговий код, виділяють границі між окремими пікселями з різною інтенсивністю освітленості і переданні цим границям відповідних пріоритетних параметрів, розділяють код на знаковий та цифровий розряди, фіксують виділений контур, задають рівень контрастності, коди з рівними значеннями порівнюють та додають за допомогою суматора, виділення границь відбувається за наступною моделлю

$$Q = \begin{cases} 1, \text{якщо } Y_{\text{см}} \leq Y_k \\ 0, \text{якщо } Y_{\text{см}} > Y_k \end{cases}$$

де Q - сигнал стану на виході суматора;

$Y_{\text{см}}$ - значення на виході суматора;

Y_k - еталонне значення рівня контрастності заданого контуру.

Недоліком даного способу є вузька область застосування, а також низька точність, оскільки спосіб не дозволяє виділяти інформативні елементи зображення та не обнуляє елементи, які мають яскравість більшу за фонову і не належать контуру. Крім того, для реалізації способу застосовується додаткове клітинне середовище, в якому формуються виділені краї зображення за контрастністю. Спосіб має великий час реалізації за рахунок застосування рівновагового кодування.

В основу корисної моделі поставлена задача розширення області застосування, підвищення точності та зниження часу на реалізацію способу, що заявляється, полягає в можливості не тільки виділяти границі багатоградаційних зображень, а й в можливості видаляти зайві неінформативні елементи та виділяти тільки мінімально інформативний базис елементів зображення, які не змінюють його смислового опису. Підвищення точності досягається за рахунок виділення більш інформативних елементів контуру зображення, шляхом підбору форми околиці клітин та оптимального фонового порогу значення яскравості. Зменшення часу реалізації способу полягає у застосуванні клітинних автоматів, в яких операції виділення інформативних елементів виконуються за один такт. Тобто не застосовується сканування усього зображення, а усі елементи зображення по інтенсивності аналізуються одночасно.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб виділення границь об'єкта на зображенні, який полягає у проєктуванні оброблюваного зображення на матрицю фоточутливих елементів, перетворюють інтенсивності кожної точки зображення у код, визначають значення коду, що відповідає фоновому рівню, визначають рівень перевищеного значення фону між сусідніми клітинами, для кожної клітини матриці фоточутливих елементів формують околицю із сусідніх клітин цієї матриці, визначають значення інтенсивності у кожній клітині, визначають середнє значення інтенсивності для кожної клітини та її околиці, порівнюють отримане середнє значення зі значенням контрольної клітини і, якщо значення інтенсивності контрольної клітини більше отриманого середнього значення околиці, відносять її до клітини, що належить границі багатоградаційного зображення, якщо значення інтенсивності контрольної клітини менше отриманого середнього значення околиці, то інтенсивність даної клітини зменшують до значення фонові інтенсивності.

На фігурі 1 подано графічне пояснення способу, а

на фіг. 2 - приклад функціонування програми, що реалізує спосіб.

На фіг. 1 зображено поле клітинного автомату (КА) з чотирикутною мозаїкою клітин. На полі КА відображено декілька варіантів сформованої околиці навколо контрольної клітини.

Спосіб виділення границь об'єкта полягає в наступному.

Вхідне зображення проектується на поле КА - та, який складається з клітин взаємно пов'язаних із сусідніми клітинами по заданій околиці. Величини інтенсивностей кожної клітини перетворюються у цифровий код і відбувається визначення середнього значення інтенсивності для кожної клітини КА - та. Середнє значення визначається для значень величини, які належать клітинам околиці.

Наприклад, якщо сформована околиця за фон Нейманом, то оброблюються значення двох сусідніх клітин по горизонталі та двох сусідніх клітин по вертикалі. Значення величин інтенсивностей цих клітин додаються та діляться на чотири. Отримане значення порівнюють із значенням інтенсивності контрольної клітини для даної околиці. Якщо

$$b_{kk} < b_{cp}^{ok},$$

де b_{kk} - значення контрольної клітини, b_{cp}^{ok} - середнє значення інтенсивності клітин околиці, то контрольна клітина залишається в тому ж стані, а якщо

$$b_{kk} \geq b_{cp}^{ok},$$

то контрольна клітина обнуляється, а її стан відповідає стану клітини, що належить фону.

Всі операції порівняння та обчислення у КА - ті відбуваються одночасно (паралельно), тобто кожна клітина є контрольною клітиною та одночасно належить до багатьох околиць сусідніх клітин.

Варіацією форми околиці можливо досягнути оптимального виділення країв об'єкта на зображенні. При цьому, чим більше порядок околиці, тим вище контрастність.

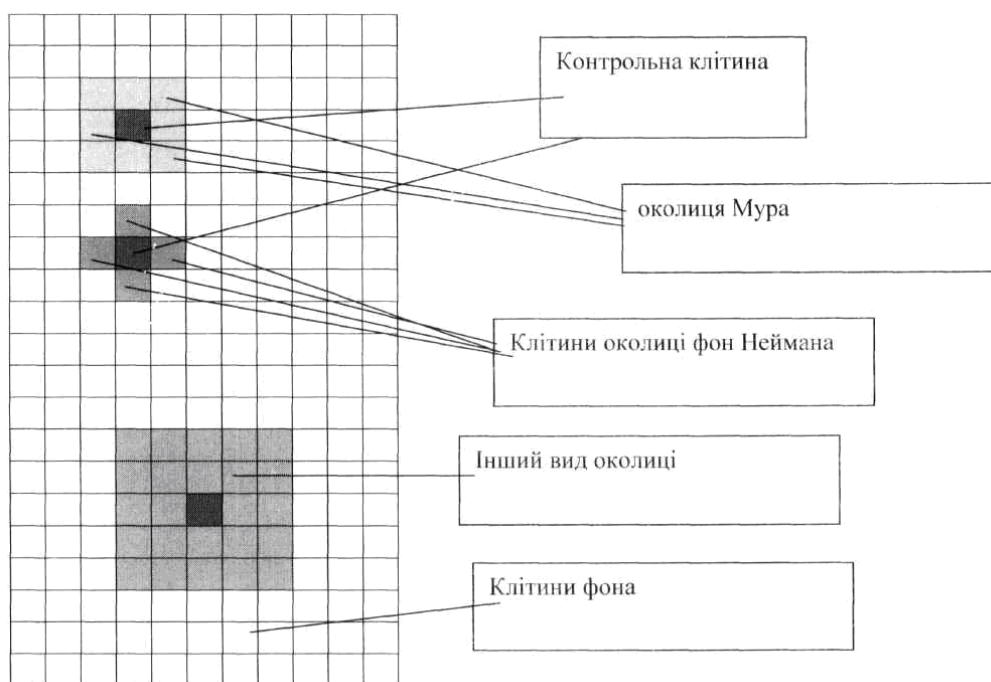
Крім того, згідно даного способу можливо виділяти найбільш інформаційні клітини зображення. Для цього повинні виконуватись наступні умови.

Якщо $\hat{\alpha}_{ee} \geq \hat{\alpha}_{nd}^{ie}$, то контрольна клітина обнуляється, а якщо $\hat{\alpha}_{ee} < \hat{\alpha}_{nd}^{ie}$, то

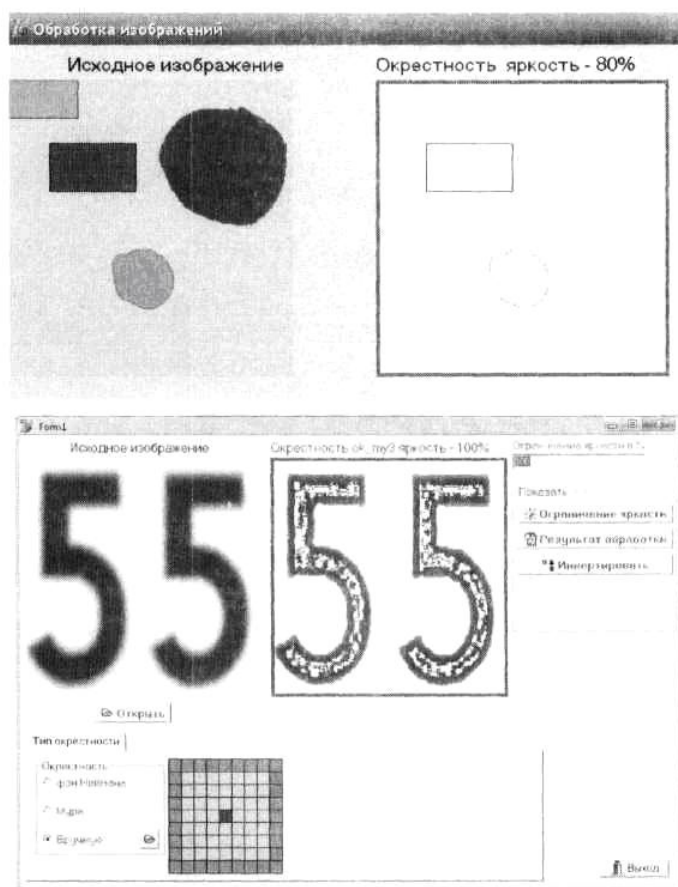
контрольна клітина залишається в попередньому стані.

На фіг. 2, а - подано приклад роботи, що реалізує спосіб при виділенні країв об'єкта, а на фіг. 2, б - при виділенні інформаційних частин.

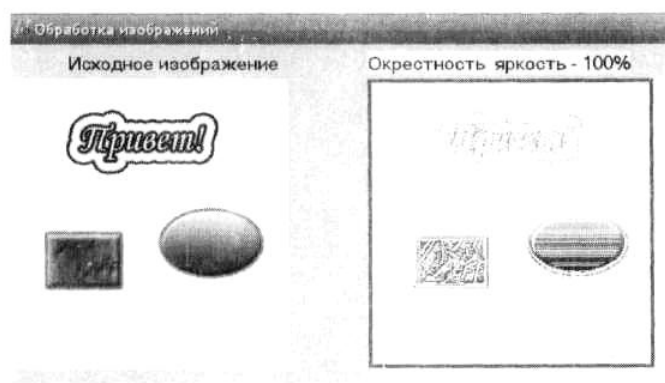
За рахунок використання клітинних технологій спосіб має широку область застосування, а також зменшуються часові витрати на його реалізацію.



Фіг. 1



а)



б)

Фіг. 2