



УКРАЇНА

(19) UA (11) 53692 (13) U
(51) МПК (2009)
G01N 15/00
G01N 15/10
G01N 21/25

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ОЦІНКИ ВІДНОСНОГО СТУПЕНЯ ВПОРЯДКОВАНOSTІ ЗОБРАЖЕНЬ, ЩО ПОРІВНЮЮТЬ

1

(21) u201005611

(22) 11.05.2010

(24) 11.10.2010

(46) 11.10.2010, Бюл.№ 19, 2010 р.

(72) ГЕРЕГА ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ

(73) ГЕРЕГА ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ

(57) Спосіб ідентифікації зображення з використанням оцінки відносного ступеня впорядкованості зображень, що порівнюють, що включає визначення функцій розподілу числових характеристик, перенормування однієї з них з метою уніфікації та застосування формули

2

$$S_1 - \bar{S}_2 = - \sum_{i=0}^{255} \left[(i) \ln f_1(i) - \bar{f}_2(i) \ln \bar{f}_2(i) \right] = - \sum_{i=0}^{255} \left[(i) \ln \left(\frac{(i)}{\bar{f}_2(i)} \right) \right]$$

для розрахунку різниці ентропій, який **відрізняється** тим, що використовують для ідентифікації зображень, при цьому визначають та вирівнюють за допомогою функцій розподілу $f_1(i)$ и $\bar{f}_2(i)$ рівень сірого кольору у пікселях зображень, що порівнюють, а відносний ступінь впорядкованості оцінюють по різниці ентропій цих зображень: якщо різниця дорівнює нулю, це свідчить про автентичність зображень.

Корисна модель відноситься до математичних і фізичних методів дослідження і має відношення до криміналістики та мистецтвознавства.

Ідентифікувати зображення практично завжди нелегка та марудна робота. Крім труднощів, які пов'язані з мистецтвознавством та криміналістичними дослідженнями, є негаразди, які стосуються фізико-математичних підходів до дослідження зображень.

Так для опису довільних зображень прийнято використовувати, серед інших, поняття структурованості. Але воно є таким, що не має строгого формулювання. Наприклад, прийнято вважати, що зображення на кресленні (додаток) зліва структуроване більшою мірою в тому розумінні, що далі відстоїть від суцільної білої плями [див. Барьяхтар В.Г., Гончар В.Ю., Яновський В.В. Природа сложной структуры пятна загрязнений. //Украинский физический журнал. - 1993. - Т. 38, № 15. - С. 967-975].

Але є підстави припустити і зворотне: більш структурованим можна рахувати зображення справа. А якщо порівняти будь-який з рисунків та його негатив, доведеться визнати, що структуровані вони однаково, незалежно від ступеня наближення до суцільної плями. Це ставить питання про необхідність переходу від поняття

структурованості до величини, що описує впорядкованість, - об'єктивній характеристиці, яка придатна для коректного порівняння зображень.

Критерії для оцінки ступеня впорядкованості різних об'єктів, відомі в природознавстві і математиці. Наприклад, спосіб оцінки ступеня впорядкованості, відомий в теорії інформації як відстань Кульбака-Лейблера (див. Кульбак С. Теория информации и статистика. - М.: Наука, 1967. - 480 с.), є мірою того, як розрізняються два імовірнісні розподіли.

Існує також спосіб оцінки ступеня впорядкованості виділених станів відкритих систем, який є описаний в роботах Ю.Л. Клімонтовича [див. Климонтovich Ю.Л. Уменьшение энтропии в процессе самоорганизации. S-теорема (на примере перехода через порог генерации). //Письма в Журнал технической физики. - 1983. - Т.9, вып. 23. - С. 1412-1416; Климонтovich Ю.Л. Критерии относительной степени упорядоченности открытых систем. //Успехи физических наук. - 1996. - Т. 166, № 11. - С. 1231-1243]. Це є спосіб визначення відносного ступеня упорядкованості відкритих систем безпосередньо за експериментальними даними. Його здійснюють в наступній послідовності: для системи виконують вибір параметрів, що управляють; обирають два стани системи при зна-

(19) UA (11) 53692 (13) U

ченнях цих параметрів a_0 і $a_0 + \Delta a$; для цих параметрів системи експериментальне отримують досить довгі послідовності $X_0(t, a_0)$ і $X_0(t, a_0 + \Delta a)$, які є числовими значеннями, що характеризують стан системи в послідовні (з певним інтервалом) проміжки часу. Потім по ним будують відповідні функції розподілу $f_0(X, a_0)$ і $f(X, a_0 + \Delta a)$ - залежність стану системи від часу. Обидва розподіли нормовано на одиницю. Розрахунок відносного ступеня впорядкованості здійснюється по формулі

$$S_1 - \bar{S}_2 = - \sum_{i=0}^{255} \left[(i) \ln f_1(i) - \bar{f}_2(i) \ln \bar{f}_2(i) \right] = - \sum_{i=0}^{255} \left[(i) \ln \left(f_1(i) / \bar{f}_2(i) \right) \right]$$

Даний спосіб є вибраний як найближчий аналог.

Найближчий аналог і спосіб, що заявляється, мають наступні спільні операції: побудова функцій розподілу, їх нормування, розрахунок відносного ступеня впорядкованості.

Найближчому аналогу властиві наступні особливості: він використовується з абстрактними фізичними системами, застосовується при вивченні біологічних систем.

Згадані критерії не застосовувалися і не могли бути використані при роботі із зображеннями, зокрема, не передбачалася формалізація графічних образів: картин, малюнків, креслень. Автор відомого способу не передбачав також і можливості отримання способу ідентифікації зображення, формалізацію процедури підтвердження його оригінальності (автентичності).

В основу корисної моделі, що заявляється, поставлено задачу створити спосіб ідентифікації зображення для встановлення його оригінальності та недоторканості з використанням оцінки відносного ступеня впорядкованості пред'явленого для перевірки зображення і автентичної копії, яка була зроблена з оригінала раніше, наприклад, фотографії.

Поставлене завдання вирішене в способі ідентифікації зображення з використанням оцінки відносного ступеня впорядкованості зображень, що порівнюють, який складається з наступних дій:

1. фотографування зображення, яке ідентифікують, та перевір фотографії у електронний вид;

2. визначення числового значення рівня сірого кольору (тобто співвідношення білого і чорного кольорів) у пікселях електронного зображення оригіналу, яке було зроблено завчасно, і того, яке ідентифікують;

3. побудова функцій розподілу рівня сірого кольору $f_1(i)$ і $f_2(i)$, що в даному випадку описують розподіл пікселів зображення по 256 відтінках сірого кольору;

4. уніфікація цих зображень шляхом вирівнювання середнього рівня сірого кольору у зображеннях за допомогою перенормування [див. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе. - М.: МИФИ, 1998. - 224 с.; Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. - М.: Мир, 1985. - 272 с.] одного з них. У застосуванні до зображень, виконаних у відтінках сірого кольору, це означає, що середня кількість

сірого на піксель повинна бути однаковими в зображеннях, що порівнюють.

5. визначення рівня сірого кольору у пікселях електронних зображень після перенормування та побудова функцій розподілу $f_1(i)$ і $\bar{f}_2(i)$ (позначка у вигляді дужки над знаком функції означає перенормування);

6. оцінка відносного ступеня впорядкованості по різниці ентропій S за допомогою формули

$$S_1 - \bar{S}_2 = - \sum_{i=0}^{255} \left[(i) \ln f_1(i) - \bar{f}_2(i) \ln \bar{f}_2(i) \right] = - \sum_{i=0}^{255} \left[(i) \ln \left(f_1(i) / \bar{f}_2(i) \right) \right]$$

Новим у корисній моделі, що заявляється, є, по-перше, те, що об'єкт дослідження - це зображення, по-друге, - уніфікація зображень, що порівнюють, здійснюється вирівнюванням середнього рівня сірого кольору шляхом перенормування одного з функцій розподілу. По-третє, для виконання цієї умови за даними масивів значень рівня сірого кольору в пікселях зображень отримують функції розподілу $f_1(i)$ і $f_2(i)$, потім здійснюється перенормування однієї з них для вирівнювання середніх значень рівня сірого на піксель, і в результаті отримують перенормовану функцію розподілу $\bar{f}_2(i)$. Вчетверте, відносний ступінь упорядкованості оцінюють по різниці ентропій за допомогою формули

$$S_1 - \bar{S}_2 = - \sum_{i=0}^{255} \left[(i) \ln f_1(i) - \bar{f}_2(i) \ln \bar{f}_2(i) \right] = - \sum_{i=0}^{255} \left[(i) \ln \left(f_1(i) / \bar{f}_2(i) \right) \right]$$

Лише в тому випадку, коли розрахована по цій формулі величина дорівнює нулю, порівнювані зображення ідентичні.

Можливі варіанти оцінки відносного ступеня упорядкованості, що пов'язані з характером формалізації зображень: замість значень відтінків сірого кольору можуть бути побудовані інші, наприклад, по відношенню, або різниці значень рівня сірого, по абсолютній величині цієї різниці у суміжних пікселях. За нашими даними, найбільш чутливим є відносна ступінь впорядкованості, визначений по відтінках сірого кольору.

Авторові корисної моделі, що заявляється, невідомий кількісний спосіб ідентифікації оригіналу зображення, розрахункова технологія, здатна відрізнити оригінал від підробки.

Істотні відзнаки, що заявляються, дозволяють створити спосіб об'єктивної кількісної оцінки такого параметра зображення як ступінь впорядкованості, і на основі даних про впорядкованість оригінального зображення, оцінити автентичність пред'явленого зображення.

Приклад.

Розглянемо дві фотографії. На фіг. «а» - фото оригінального зображення, «б» - фотографія зображення, що потрібно ідентифікувати. Перш за все потрібно вирівняти рівень сірого кольору на обох фотографіях.

Для цього спочатку слід перевести фото у електронний вид, визначити рівень сірого кольору у пікселях зображень, побудувати по ним функції розподілу, потім провести звичайне перенормування та використати розрахункову формулу для

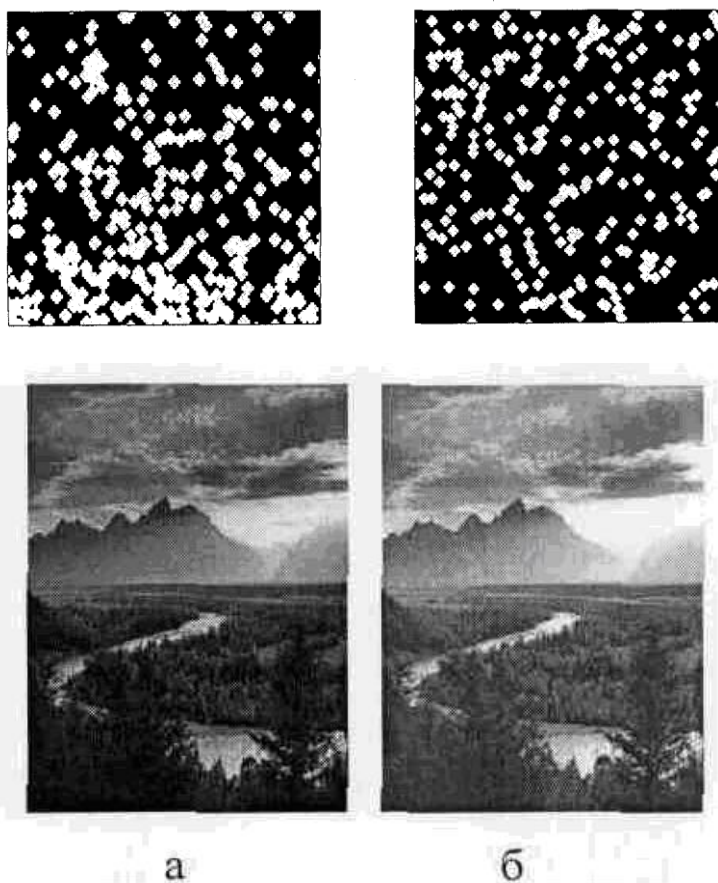
різниці ентропій. Якщо ця різниця дорівнює нулю, зображення, яке ідентифікують, було зроблено з оригіналу. Тим самим засвідчується його автентичність.

На закінчення необхідно пояснити, що спосіб, який заявляється, по точності може бути порівняним з обстеженням відбитків пальців, чи то звіренню веселкових оболонок очей - він, в цьому розумінні, є абсолютним: будь-яка, скільки завгодно ретельна копія картини будь-якого стилю і періоду за допомогою способу, що заявляється, може бути дезавуйована. Це пов'язано з тим, що

дослідження впорядкованості відбувається на масштабному рівні, значно меншому, ніж розміри елементів зображень, які залишають кисть або олівець художника.

Спосіб, що заявляється, може бути застосований при аналізі будь-яких зображень: картин, акварелей, графічних робіт, колекційних поштових марок, грошових знаків, друку, факсиміле підписів і тому подібне, написів, фотографій і іншого. Він дозволяє встановити не тільки автентичність пред'явленого зображення, але й відсутність поверхневих подряпин, деформацій та тому подібне.

Додаток



Фіг.