



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84380 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
G01C 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

### (54) СПОСІБ КОНТРОЛЮ ЗМІНИ РОЗМІРІВ ОБ'ЄКТА ЗА ДОПОМОГОЮ ШАБЛОНА

1

(21) а200711793

(22) 25.10.2007

(24) 10.10.2008

(46) 10.10.2008, Бюл.№ 19, 2008 р.

(72) АКСАК НАТАЛІЯ ГЕОРГІЇВНА, UA, НОВОСЕЛЦЕВ ІГОР ВАЛЕРІЙОВИЧ, UA, ТИХУН АЛЛА ЮРІЇВНА, UA, КУШНАРЬОВ МАКСИМ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA

(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, UA

(56) UA, патент №52992, G01C11/00, публ. 15.01.2003.

RU, патент №2301626, A61B10/00, публ. 27.06.2005.

US, патент №7162063, G06K9/00, публ. 09.01.2007.

WO, заявка №97/47235, A61B5/00, публ. 18.12.1997.

(57) Спосіб контролю зміни розмірів об'єкта за допомогою шаблона, що включає одержання фото-

2

графій з часовим інтервалом за допомогою цифрового фотоапарата, позиціонованого для одночасного захоплення шаблона й області інтересу об'єкта спостереження, занесених у базу даних персонального комп'ютера, причому отримана при першому спостереженні фотографія вважається базовою, а при повторному спостереженні шаблон розміщують біля області інтересу, відтворюючи ту ж область у межах поля зору, який відрізняється тим, що для фотозйомки позиціонують цифровий фотоапарат стандартної конфігурації, реальну площу об'єкта спостереження обчислюють, ґрунтуючись на розрахованих реальній площі шаблона та за допомогою персонального комп'ютера, площа об'єкта спостереження і шаблона на фотографії, повторюють, при необхідності, спостереження та порівнюють первісний базовий результат і поточний, при цьому визначають різницю, що точно ідентифікує зміни розмірів в області інтересу.

Винахід належить до науково-технічного напрямку оброблення та аналізу цифрових зображень і може бути використаний для дистанційного визначення зміни розмірів об'єкта спостереження, наприклад, у медицині для контролю дерматологічних захворювань, зокрема для контролю процесу розвитку рака шкіри або меланоми з невуса (родимки).

У способі оцінювання й порівняння із часом цифрових зображень поверхні шкіри [Leshem, Ze'ev, Tuvia Apparatus and method for measurement and temporal comparison of skin surface images / United States Patent No 6,215,893. - April 10, 2001] використовується ССД цифровий фотоапарат (від англ. ПЗЗ-прилад із зарядовим зв'язком), обладнаний телецентричною системою оптики. Телецентрична система оптики надає безконтактну систему з постійним фокусом, що фіксує зображення області інтересу об'єкта спостереження з постій-

ним посиленням незалежно від відстані «об'єкт-об'єктив» завдяки більшій глибині зображення області інтересу. Цифрове зображення області інтересу об'єкта спостереження заноситься в базу даних персонального комп'ютера для обробки й калібрування освітлення, створення монохроматичних зображень кожного із трьох кольорових каналів (R, G, B), виконання сегментації та обчислення статистики зображення. Винахід забезпечує наступною метрикою: асиметрія, нерівномірність контуру, колірна статистика, діаметр, піксельна площа об'єкта спостереження, обчислення й оперування з границями об'єкта спостереження, розрахункова графічна метрика і граф подробиць, що становить графік.

Головна перевага даного способу - різноманітність статистичних даних, як наслідок оперувати даним методом може тільки професіонал. Визначення відстані до області інтересу об'єкта спосте-

(13) C2

(11) 84380

(19) UA

реження є основною проблематикою даного типу задач, тому що у випадку помилкових вихідних даних будуть отримані хибні результати. Описаний винахід розв'язує дану проблему за допомогою CCD камери з телецентричною оптикою, що у свою чергу залишає якість спостереження на тому ж рівні, але збільшує його вартість й обмежує контингент користувачів даної системи.

Відомий також спосіб контролю зміни параметрів об'єкта порівнянням зображень об'єкта до та після зміни параметрів [див. Деклараційний патент України №52992 А по МПК G01C11/00 від 15.01.2003, Бюл. №1]. Отримують зображення проєкції об'єкта до та після імовірної зміни параметрів на цифровій світлочутливій матриці за умови постійних координат і кутів орієнтації знімальної камери. Суміщують ці зображення проєкції й визначають різницю координат (x, y) проєкції характерного елемента об'єкта, а саме точки, лінії, площини, на цифровій світлочутливій матриці.

Його суттєвим недоліком є умова постійних координат і кутів орієнтації знімальної камери, що з одного боку розв'язує проблему зміни проєкції об'єкта на світлочутливій матриці залежно від положення камери стосовно об'єкта, але з іншого боку на практиці вищезазначена вимога не виконується, тому що ставить дуже жорсткі рамки перед користувачем і у випадку порушення умов зйомки призведе до помилкового результату.

Найбільш близьким до способу, що заявляється, є спосіб відображення цифрового зображення пошкодження шкіри [Craine, Eric R., Brian L. Digital skin lesion imaging system and method / United States Patent No 7,162,063. - January 9, 2007], заснований на візуальній ідентифікації зміни розмірів пошкоджень шкіри. Отримують фотографії за допомогою цифрового фотоапарата, обладнаного LCD видошукачем (від англ. РКД - рідкокристалічний дисплей), позиціонованого для одночасного захвату шаблону й області інтересу об'єкта спостереження, що заноситься у базу даних персонального комп'ютера. Програмне забезпечення на персональному комп'ютері фільтрує зображення, надає за допомогою друку напівпрозоре зображення, масштабоване до відповідності з дисплеєм видошукача камери, яке вважається базовим. При повторному спостереженні шаблон розміщують біля області інтересу, фільтроване базове зображення поміщають поверх дисплея видошукача камери, камеру знову позиціюють для вирівнювання реального зображення з базовим. Персональний комп'ютер по черзі відображає вирівняні поточне й базове зображення, що дозволяє візуально ідентифікувати прогрес або регрес в області інтересу об'єкта.

У даному винаході використовується видошукач і принтер, крім того призначена досить трудомістка та складна система зйомки об'єкта спостереження. Результат можна побачити як маркування ділянок, що відрізняються, але це не дозволяє одержувати достатню точність. Загалом вищезазначені особливості призводять до того, що спосіб не надає достатнього рівня якості спостереження, низького рівня вартості й зручності у використанні.

В основу винаходу поставлене завдання збільшення точності обчислення реальної площі об'єкта спостереження, збільшення якості й зручності користування, а також зниження його вартості шляхом одночасної цифрової фотозйомки шаблону та області інтересу об'єкта спостереження, автоматичної обробки отриманих даних та усуваючи залежність результату від дорогої техніки.

Такий технічний результат може бути досягнутий, якщо в способі контролю зміни розмірів об'єкту за допомогою шаблону, який включає одержання з часовим інтервалом фотографій за допомогою цифрового фотоапарата, позиціонованого для одночасного захвату шаблону й області інтересу об'єкта спостереження, занесених у базу даних персонального комп'ютера, причому отримана при першому спостереженні фотографія вважається базовою, при повторному спостереженні шаблон розміщують біля області інтересу, відтворюючи ту ж область у межах поля виду, згідно з винаходом, позиціюють для фотозйомки цифровий фотоапарат стандартної конфігурації, реальну площу об'єкта спостереження обчислюють, ґрунтуючись на розрахованих реальній площі шаблону та за допомогою персонального комп'ютера площа об'єкта спостереження і шаблону на фотографії, повторюють при необхідності спостереження та порівнюють первісний базовий результат і поточний, визначають різницю, що точно ідентифікує зміни розмірів в області інтересу.

Використовуватися може цифровий фотоапарат стандартної конфігурації, технічні характеристики якого для всіх зроблених за допомогою нього фотографій є постійними й не враховуються. Основні характеристики, що змінюють параметри об'єктів на фотографії, такі як фокусна відстань, система лінз об'єктива, масштаб зйомки й розмір матриці, змінюють на отриманому зображенні рівною мірою, як область інтересу об'єкта спостереження, так і шаблон, тому в математичних розрахунках також опускаються.

Працюючи з фотоапаратом необхідно враховувати, що реальні об'єкти на фотографії залежно від фокусної відстані, відстані від об'єктива до площини фотозйомки об'єктів зберігають свої параметри (кути, кольоровість, рельєф і т.д.), але змінюють масштаб. Для вирішення даної проблеми використовується заданий шаблон, параметри й площа якого відомі. Шаблон, що рекомендується - грошова монета, яка використовується в обмінних операціях у даній країні. Даний шаблон універсальний, тому що знаходиться завжди під рукою, і може бути повторно використаний.

Обчислення реальної площі об'єкта спостереження засновано на використанні властивостей перетворення подоби об'єктів, при якому відстані між точками змінюються в таке ж число разів.

Нехай відомі реальна площа шаблону, площі шаблону й об'єкта спостереження на фотографії, тоді пропонується наступне обчислення реальної площі об'єкта спостереження:

$$\frac{S_{об.р.}}{S_{ш.р.}} = \frac{S_{об.ф.}}{S_{ш.ф.}} \quad (1)$$

$$S_{об.р} = \frac{S_{об.ф.} S_{ш.р.}}{S_{ш.ф.}} \quad (2)$$

де  $S_{об.р.}$  - реальна площа об'єкта спостереження;

$S_{ш.р.}$  - реальна площа шаблону;

$S_{об.ф.}$  - площа об'єкта спостереження на фотографії;

$S_{ш.ф.}$  - площа шаблону на фотографії.

Відстань до об'єкта спостереження й шаблону на одній площині в даному рішенні не використовується, що значно полегшує спосіб і знижує вартість спостереження, тому що не потрібно таке дороге обладнання як видошукач, принтер, CCD фотоапарат з телецентричною оптикою та ін.

Другою перевагою використання обчислення (2) є його незалежність від одиниць виміру розмірів об'єкта та шаблону.

Приклад виконання даного способу ілюструється малюнками, на яких зображено:

Фіг.1 - тестовий об'єкт не змінився: а) перше спостереження об'єкта; б) друге спостереження об'єкта.

Фіг.2 - тестовий об'єкт збільшився: а) перше спостереження об'єкта; б) друге спостереження об'єкта.

Фіг.3 - тестовий об'єкт зменшився: а) перше спостереження об'єкта; б) друге спостереження об'єкта.

Фіг.4 - реальне зображення: а) перше спостереження об'єкта; б) друге спостереження об'єкта.

Докладний опис даного способу сполучено з прикладом його конкретного виконання на тестових об'єктах та для підрахунку площі невуса на поверхні шкіри.

Сутність методу полягає у виконанні наступних дій:

1. Виконується цифрова фотозйомка області інтересу (поверхні шкіри, наприклад, із невусом) і шаблону (монети) в одній площині, дотримуючись перпендикулярності оптичної осі до об'єкта спостереження. Об'єкт спостереження і шаблон для найбільшої точності вимірів повинні перебувати у фокусі. Перпендикулярність оптичної осі забезпечує збереження параметрів об'єкта спостереження завдяки дотриманню однакових кутів, інакше при зсуві оптичної осі фокус фотоапарата також зміщується на площі фотозйомки і порушує пропорційність відрізків, що деформує цифрове зображення об'єктів.

2. Виконується обчислення реальної площі шаблону.

Визначаючи параметри реального шаблону, можна скористатися стандартною лінійкою, штангель-циркулем, рулеткою, загалом, тим, що є в кожному будинку.

3. Цифрове зображення області інтересу об'єкта спостереження й шаблону заноситься в базу даних персонального комп'ютера.

4. Програмне забезпечення на персональному комп'ютері виконує сегментацію й обчислення площ цифрових зображень об'єкта спостереження та шаблону.

5. Виконується обчислення реальної площі невуса (2) при першому спостереженні.

Ґрунтуючись на властивостях перетворення подоби, обчислюють реальну площу об'єкта спостереження на основі розрахованих площ цифрового зображення об'єкта  $S_{об.ф.}^{(1)} = 11044 \text{ px}$  й шабло-

на  $S_{ш.ф.}^{(1)} = 232804 \text{ px}$ , що дозволяє ідентифікувати прогресування змін в області інтересу. На підставі обчислення (2), визначається реальна площа об'єкта спостереження  $S_{об.р.}^{(1)} = 9,3284 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ , яку буде демо вважати базовою.

6. Виконується повторна цифрова фотозйомка області інтересу і шаблону в одній площині, дотримуючись перпендикулярності оптичної осі до об'єкта спостереження.

Умовою даного винаходу є використання того самого цифрового фотоапарата протягом усього часу спостереження.

7. Цифрове зображення області інтересу об'єкта спостереження й шаблону заноситься в базу даних персонального комп'ютера.

8. Програмне забезпечення персонального комп'ютера виконує сегментацію й обчислення площ цифрових зображень об'єкта спостереження та шаблону.

9. Виконується обчислення реальної площі об'єкта (2) на 2-ому спостереженні  $S_{об.р.}^{(2)} = 2,0283 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ .

10. Оцінюється зміна розмірів об'єкта спостереження.

Маючи базову площу об'єкта (п.5) і площу об'єкта при повторному спостереженні (п.9), обчислюють різницю  $\Delta_1$  на 2-ому спостереженні:

$$\Delta_1 = S_{об.р.}^{(1)} - S_{об.р.}^{(2)} = 9,3284 \cdot 10^{-5} - 2,0283 \cdot 10^{-4} = -1,09546 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \quad (3)$$

У випадку позитивної різниці можна зробити висновок, що об'єкт у розмірах зменшився, у випадку негативної різниці - об'єкт у розмірах збільшився, а у випадку нульової різниці - об'єкт у розмірах не змінився.

11. При необхідності нових спостережень повторити пункти 2-10.

Відповідно до викладеного методу була розроблена комп'ютерна

програма та виконаний розрахунок тестових зображень, що представлені на Фіг.1, Фіг.2, Фіг.3, новим методом, який заснований на використанні шаблону. Результат, що представлений в таблиці 1, підтверджує ефективність способу контролю зміни розмірів об'єкта, що заявляється, зокрема точне визначення зміни реальної площі об'єкта спостереження незалежно від відстані до площі фотозйомки. В якості шаблону використовувалася десятикопійчна монета площею  $201,0619 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ . При першому спостереженні фотозйомка відбулася з відстані 0,151 м. При повторному спостереженні - з відстані 0,195 м.

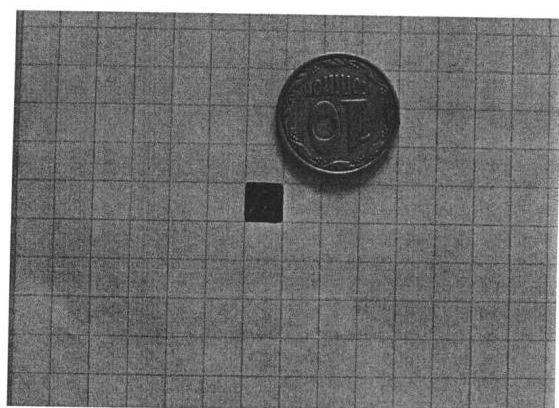
Таблиця

Вихідні дані серії тестових експериментів

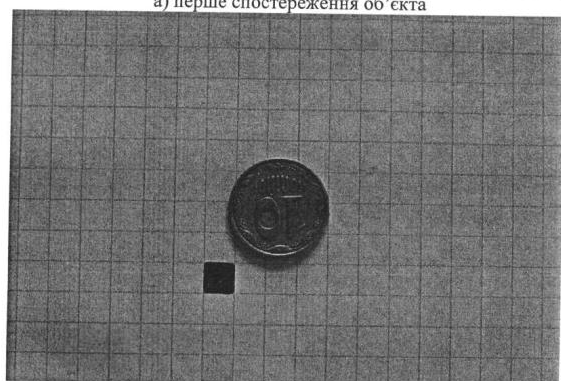
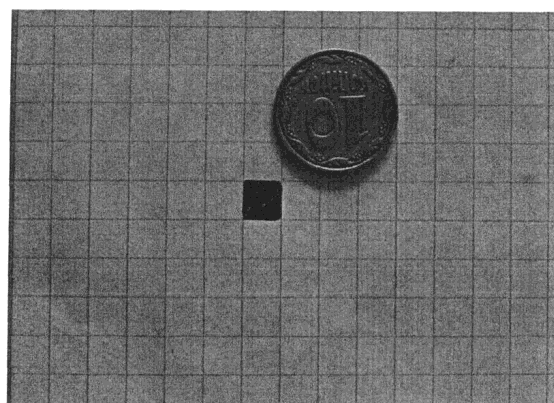
Порядок спостереження	Площа шаблону $S_{ш.ф.}^{(1)}, \text{px}$	Площа об'єкта $S_{об.ф.}^{(1)}, \text{px}$	Площа об'єкта $S_{об.р.}^{(1)}, \text{м}^2$
Об'єкт спостереження не змінився			
1	36600	4758	$2,614 \cdot 10^{-5}$
2	24276	3156	$2,614 \cdot 10^{-5}$
Об'єкт спостереження збільшився			
1	36600	4758	$2,614 \cdot 10^{-5}$
2	24276	6252	$5,178 \cdot 10^{-5}$
Об'єкт спостереження зменшився			
1	36600	14138	$77,67 \cdot 10^{-5}$
2	24276	6252	$5,178 \cdot 10^{-5}$

Таким чином, використання рішення, що заявляється забезпечує незалежність від параметра відстані до області інтересу об'єкта спостереження, завдяки унікальним умовам зйомки та урахуванню властивостей перетворення подоби, автоматичний розрахунок, що надає змогу збільшити

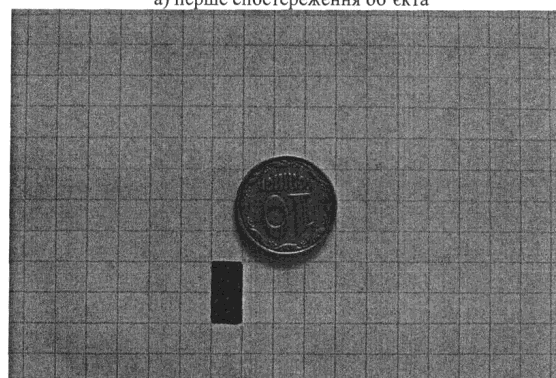
точність обчислень площі об'єкта спостереження, а також поліпшення якості спостереження, зниження вартості, можливість здійснення віддалених спостережень, що значно розширює контингент користувачів даним способом.

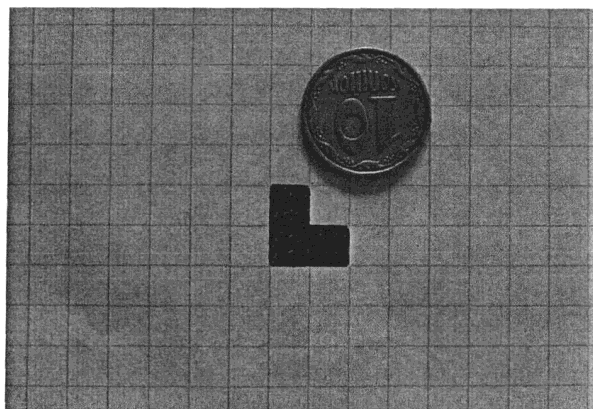


а) перше спостереження об'єкта

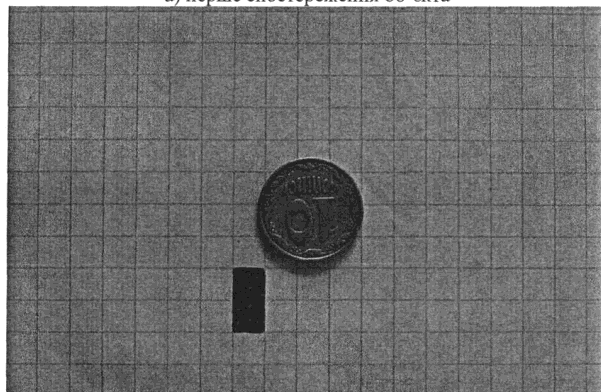
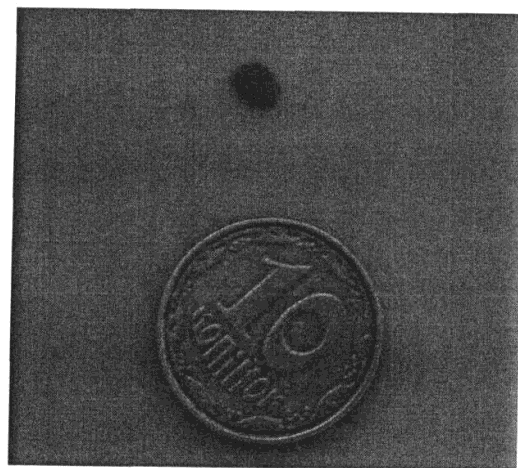
б) друге спостереження об'єкта  
Фіг. 1

а) перше спостереження об'єкта

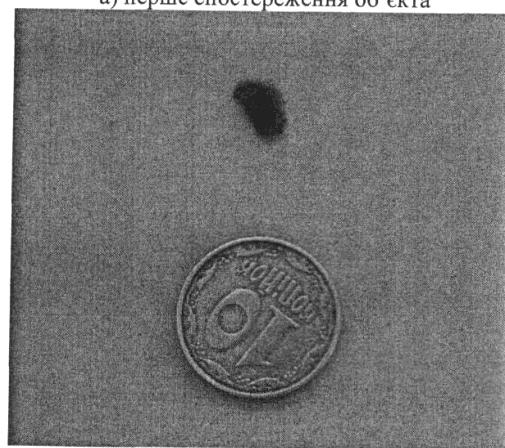
б) друге спостереження об'єкта  
Фіг. 2



а) перше спостереження об'єкта

б) друге спостереження об'єкта  
Фіг. 3

а) перше спостереження об'єкта

б) друге спостереження об'єкта  
Фіг. 4