



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52535 (13) U
(51) МПК (2009)
G06K 9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ АВТОМАТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВІЗУАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ЇХ СИЛУЕТАМИ

1

2

(21) u201003306

(22) 22.03.2010

(24) 25.08.2010

(46) 25.08.2010, Бюл.№ 16, 2010 р.

(72) ПУЙДА ВОЛОДИМИР ЯКОВИЧ, ОЛЕКСІВ МАКСИМ ВАСИЛЬОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

(57) Спосіб автоматичної ідентифікації візуальних об'єктів за їх силуетами, згідно з яким формують вхідне оцифроване растрове зображення, яке фільтрують, виділяють образи зображень об'єктів, здійснюють ідентифікацію об'єктів подачею на вхід заздалегідь навченої штучної нейронної мережі зображення кожного з образів, який **відрізняється** тим, що оцифроване растрове зображення фільт-

рують послідовним виконанням операцій високо-частотної фільтрації, вирівнювання гістограми, низькочастотної фільтрації, вирівнювання гістограми, високочастотної фільтрації, вирівнювання гістограми, а образи зображень об'єктів виділяють перетворенням растрового зображення в бінарне представлення, опрацюванням операцією морфологічного відкривання і маркування зв'язних компонент, образи зображень об'єктів, площа яких недостатня для подальшої ідентифікації, видаляють, якщо на отриманому зображенні присутні зв'язні компоненти, то для кожної з них визначають піксельні координати, а ідентифікацію об'єктів здійснюють подачею на вхід заздалегідь навченої штучної нейронної мережі нестисненого зображення кожного з образів.

Корисна модель стосується області інформаційних систем, систем технічного зору, цифрового опрацювання сигналів та може бути застосована для виявлення рухомих і статичних об'єктів за зображенням їх силуетів, наприклад, літаків.

Для забезпечення безпеки пересування у відкритому просторі, наприклад, у зоні аеропорту, та ідентифікації рухомих об'єктів, таких як літаки, розроблено ряд систем. Системи перших поколінь покладалися тільки на пілотів і авіадиспетчерів, і використовували різноманітні ідентифікаційні комплекти, маркування, вогні літаків, світло-шумові сигнали, попереджувальні надписи, тощо. Системи останніх поколінь використовують радіо чи GPS засоби: технології радарів поверхонь, пасивні і активні ідентифікаційні технології, радары вторинного спостереження, системи автоматичного залежного спостереження в режимі радіомовлення (ADS-B), системи автоматичної ідентифікації (AIS), польотні інформаційні сервіси (FIS), mode-s транспондери, лазерні системи з подальшою побудовою 3D моделі обстановки, і інші [J.L. Naimer, F. Hummel, J. Jorgensen, P. Krohn. United States Patent Pub. No. 20080140269. B64D 43/02 Aircraft ground maneuvering monitoring system., 2008., R.

Candidi Tommasi Crudeli, R. D. Candidi Tommasi Crudeli. United States Patent Pub. No.20080158041. G01S13/00 Airport surface detector and control system., 2008]. До новітніх систем можна також віднести бортові індикатори інформації про рух (CDTI), які тільки відображають інформацію в кабіні пілотів отриману за допомогою інших систем і сервісів [R. Candidi Tommasi Crudeli, R. D. Candidi Tommasi Crudeli. United States Patent Pub. No. 20080158041. G01S13/00 Airport surface detector and control system., 2008]. Існують також і гібридні системи, які використовують інформацію, що отримана з радарних комплексів, і інформацію, отриману з засобів візуального спостереження, наприклад, Vocord AEROCON [Vocord AEROCON - 2010. - Режим доступу: <http://www.vocord.ru/62/> - заголовок з екрану.]. Ця система, базується на потужному обчислювальному комплексі, який опрацьовує всю інформацію, що надходить з датчиків через комп'ютерну мережу, і відображає результати її опрацювання на терміналі авіадиспетчера.

Найближчим рішенням до пропонованого технічного рішення є спосіб автоматичної ідентифікації візуальних об'єктів за їх силуетами, за яким

(19) UA (11) 52535 (13) U

формують вхідне оцифроване растрове зображення, яке фільтрують, виділяють образи зображень об'єктів, та здійснюють ідентифікацію об'єктів подачею на вхід заздалегідь навченої штучної нейронної мережі зображення кожного з образів [Зайцев В.С., Золотко Ю.С. Патент №82883 А Україна. G06K9/68 Спосіб ідентифікації рухомих об'єктів. - К: Промислова власність, Бюл. №10, 2008].

Однак цей спосіб не враховує негативний вплив природних факторів на зображення сцени на яких присутні об'єкти, наприклад, зображення прилеглого простору аеропорту в умовах туману. Не враховується наявність тіней при заздалегідь невідомому рівню і куту освітлення об'єктів в просторі. Також не враховується можлива наявність різного роду візерунків та текстур, які можуть помилково трактуватися як об'єкти, що не належать об'єкту-носію. Все це призводить до помилкового розділення одного цілісного об'єкту на кілька об'єктів, що може привести до помилок ідентифікації реальних об'єктів, наприклад, літаків, машин. Також не здійснює визначення координат ідентифікованих об'єктів, що робить його непридатним до застосування в ряді систем безпеки, тощо. Таким чином відомий спосіб є ненадійним, володіє низькою точністю.

В основу корисної моделі поставлено завдання розробити спосіб автоматичної ідентифікації візуальних об'єктів за їх силуетами, в якому нове виконання операцій фільтрації та виділення образів зображень об'єктів дозволить коректно виявляти та ідентифікувати об'єкти, зокрема, силуети літаків, за різних природних умов на довільному фоні при наявності на них різного роду візерунків, текстур і спотворень, буде інваріантним до множини можливих зображень об'єктів, зокрема літаків, та визначатиме координати ідентифікованих об'єктів. За рахунок цього підвищить надійність, точність, розширить можливості і сфери застосування систем автоматичної ідентифікації візуальних об'єктів за їх силуетами, наприклад, в умовах туману в аеропортах.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі автоматичної ідентифікації візуальних об'єктів за їх силуетами, формують вхідне оцифроване растрове зображення, яке фільтрують, виділяють образи зображень об'єктів, здійснюють ідентифікацію об'єктів подачею на вхід заздалегідь навченої штучної нейронної мережі зображення кожного з образів, згідно з корисною моделлю оцифроване растрове зображення фільтрують послідовним виконанням операцій високочастотної фільтрації, вирівнювання гістограми, низькочастотної фільтрації, вирівнювання гістограми, високочастотної фільтрації, вирівнювання гістограми, а образи зображень об'єктів виділяють перетворенням растрового зображення в бінарне представлення, опрацюванням операцією морфологічного відкривання і маркуванням зв'язних компонент, образи зображень об'єктів, площа яких недостатня для подальшої ідентифікації - видаляють, якщо на отриманому зображенні присутні зв'язні компоненти, то для кожної з них визначають піксельні координати, а ідентифікацію об'єктів здійснюють пода-

чею на вхід заздалегідь навченої штучної нейронної мережі не стисненого зображення кожного з образів.

Виконання фільтрації заявленим способом дозволяє компенсувати вплив негативних природних факторів, турбулентності, руху об'єктів відносно камери, низький контраст між зображеннями об'єктів і фоном, мінімізувати дисперсію між значеннями пікселів в межах об'єктів. Це досягається збільшенням чіткості зображення сцени високочастотною фільтрацією і розширенням динамічного діапазону зображення операцією вирівнювання гістограми; зменшення дисперсії між пікселями зображень об'єктів виконанням низькочастотної фільтрації і вирівнюванням гістограми зображення; утворенням високочастотною фільтрацією і вирівнюванням гістограми зображення остаточно зображення сцени, що характеризується низькою дисперсією між значеннями пікселів в межах зображення кожного з об'єктів, наприклад, літаків, і високим контрастом між об'єктами і фоном. Це в свою чергу призводить до підвищення надійності і точності подальшого цілісного виділення зображень кожного з об'єктів. Робота з бінарним представленням зображення опрацьовуваної сцени дозволяє мінімізувати обчислювальні витрати при реалізації способу в комп'ютерній системі. Морфологічне опрацювання отриманого бінарного зображення дозволяє підвищити ймовірність утворення зв'язної області з окремих елементів одного об'єкта, що, можливо, мали різні рівні інтенсивності і тому були розділені в результаті бінаризації, а також усуває шуми. Це також підвищує надійність і точність виділення зображення кожного з об'єктів. Операція маркування зв'язних компонент з подальшим видаленням компонент (зображень образів об'єктів), площа яких недостатня для подальшої ідентифікації, дозволяє виділити на зображенні лише ті зображенні образів об'єктів, які можна коректно ідентифікувати. Це пришвидшує опрацювання сцени комп'ютерними засобами без втрати надійності і точності роботи системи, а в окремих випадках підвищує їх. Ідентифікація засобами штучної нейронної мережі дозволяє врахувати всі можливі представлення образів об'єктів довільної форми навіть за умови спотворень при їх виділенні. Визначення координат дозволяє застосовувати метод в системах стеження за об'єктами, системах безпеки, тощо.

Ідентифікація об'єктів, наприклад, літаків, за пропонуваним способом здійснюється таким чином. За допомогою відеокamera отримують відеозображення сцени, наприклад, прилеглого простору аеропорту. Виділяють кадр з відеопотоку та оцифровують. Оцифроване растрове зображення фільтрують послідовним виконанням операцій високочастотної фільтрації, вирівнювання гістограми, низькочастотної фільтрації, вирівнювання гістограми, високочастотної фільтрації, вирівнювання гістограми. При цьому компенсують негативний вплив природних факторів, наприклад, дощу, туману, мряки, сутінків, турбулентності, нерівномірного освітлення. Компенсують спотворення, що виникають при русі об'єктів відносно камери. Збільшують контраст між об'єктами і фоном. Мінімі-

зують дисперсію між значеннями пікселів в межах об'єктів. Це в свою чергу призводить до коректного цілісного відділення об'єктів від фону. Одержане растрове зображення бінаризують. Цей етап дозволяє в подальшому зменшити кількість обчислень. Бінарне зображення опрацьовують операцією морфологічного відкривання. При цьому на зображенні сцени формують цілісне представлення кожного з множини виділених образів об'єктів у вигляді областей зв'язних пікселів. Крім цього усувають дрібні шуми, що були отримані в результаті бінаризації. Опрацьоване бінарне растрове зображення сцени розбивають на зв'язні області маркуванням зв'язних компонент, утворюючи образи зображень об'єктів. При цьому всім пікселам кожної з областей присвоюють унікальний ідентифікатор, що ідентифікує дану область. Визначають площу кожної з областей, яка рівна кількості пікселів, що мають однакові значення ідентифікаторів. Якщо площа області недостатня для подальшої ідентифікації, то її видаляють. Якщо на отриманому зображенні присутні зв'язні області, то по піксе-

льних двовимірних координатах ідентифікаторів визначають крайні точки кожної з областей, які представляють силуети об'єктів, по яких їх виділяють з зображення і не стисненими подають на вхід попередньо навченої штучної нейронної мережі, яка проводить ідентифікацію. Результати ідентифікації і піксельні координати ідентифікованих об'єктів передають в систему вищого рівня.

Спосіб автоматичної ідентифікації візуальних об'єктів за їх силуетами не вимагає ніяких попередніх приготувань і допоміжних засобів чи специфічного освітлення. Розташування камери відносно об'єкта визначається розпізнавальними властивостями штучної нейронної мережі і може бути довільним.

Реалізація способу можлива як апаратно-програмними засобами універсальних комп'ютерів різного виконання так і спеціалізованих комп'ютерних систем з під'єднаним оптичним пристроєм, наприклад, відеокамерою. При цьому оптичний пристрій може бути закріплений на поворотному механізмі, або бути статичним.