

застосування сучасних інформаційних технологій щодо формування баз юридичних знань та успішного вирішення проблеми інформатизації різних інститутів юриспруденції.

1. Пасічник В.В., Резніченко В.А. *Організація баз даних та знань*. – К.: Вид. група ВНУ, 2006. – 384 с. 2. Денисова О.О. *Інформаційні системи і технології в юридичній діяльності*. – К.: КНЕУ, 2003. – 31 с. 3. Николайчук Л.М. *Формалізація норм та часових характеристик юридичних законів на основі логіко-статистичних інформаційних моделей* // Зб. наукових праць. – НАН України Ін-т проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. Вип. 38. – К., 2006. – С. 44–50. 4. Николайчук Л.М., Безитанько О.П. *Формалізація та інформатизація юридичних знань на основі продукційних моделей та графів взаємодії суб'єктів юриспруденції* // *Научн.-теорет. журн. «Искусственный интеллект* // ІІШІ МОН і НАН України «Наука і освіта». – 2008. – № 4. – С. 395–402.

УДК 004.932

М.В. Олексів, В.Я. Пуйда

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електронних обчислювальних машин

МЕТОД ВІЗУАЛЬНОГО ВИЯВЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЛІТАКІВ

© Олексів М.В., Пуйда В.Я., 2010

Розглянуто метод візуального виявлення та ідентифікації літаків, що має модульну структуру. Він охоплює широке коло методів цифрового опрацювання зображень, які в поєднанні дають змогу здійснювати всепогодне візуальне виявлення та ідентифікацію об'єктів. Окремі модулі можна використати самостійно. На відміну від існуючих методів здійснює одночасне автоматичне візуальне всепогодне виявлення та/або ідентифікацію багатьох об'єктів з визначенням їх піксельних координат на сцені.

Ключові слова: цифрове опрацювання зображень, візуальний моніторинг, виявлення, ідентифікація.

The aircraft visual detection and identification method that has a modular structure is considered. It covers a wide range of digital image processing methods which being combined provide for all-weather visual objects detection and identification. Individual modules can be used independently. Unlike existing methods it can provide simultaneous all-weather automatic multiple objects visual detection and / or identification and the pixel coordinates determination on the scene.

Keywords: digital image processing, visual monitoring, detection, identification.

Вступ. Проблема забезпечення безпеки пересування літаків в зоні аеропорту є актуальною з часів зародження авіації. Багатьох жертв і авіакатастроф можна було б уникнути, використовуючи різні організаційні заходи, системи безпеки, моніторингу та навігації. Існуючі в аеропортах системи безпеки поділяються на кілька поколінь. Системи перших поколінь поклалися на пілотів і авіадиспетчерів. Забезпечення безпеки пересування в зоні аеропорту здійснювалося засобами ідентифікаційних комплектів, маркування, вогнів літаків, світло-шумових сигналів, попереджувальних надписів тощо. Системи останніх поколінь оснащені радарми поверхонь, пасивними і активними ідентифікаційними технологіями, радарми вторинного спостереження, системами автоматичного залежного спостереження в режимі радіомовлення (ADS-B), системами автоматичної ідентифікації (AIS), польотними інформаційними сервісами (FIS), mode-s транспондерами,

бортовими індикаторами інформації про рух, лазерними системами, що здійснюють 3D моделювання обстановки тощо [1–4]. До гібридних систем, які використовують інформацію, отриману з радарних комплексів, і інформацію, отриману з засобів візуального спостереження, належить Vocord AEROCAN [5]. Система реалізована у вигляді центра опрацювання даних, який опрацьовує усю інформацію, що надходить з відеокамер і радіолокаційного комплексу через комп'ютерну мережу і відображає результати її опрацювання на терміналі авіадиспетчера. Крім систем загалом, розвивається і їх методичне забезпечення зокрема. Проте однозначного розв'язання усіх задач, що постають перед такими системами і їх методичним забезпеченням, ще не зроблено. Це робить розробки у цій сфері актуальними. Автори роблять свій внесок у вирішення проблем методичного забезпечення комп'ютеризованих систем безпеки, технічного зору і візуального моніторингу.

Аналіз відомих рішень. Однією з відомих систем візуального моніторингу прилеглої простору аеропортів є Vocord AEROCAN [5]. Вона забезпечує ідентифікацію літаків за їх бортовими номерами, візуальний пошук літаків за даними радіолокаційних комплексів, збереження та опрацювання вхідної інформації. Недоліком цієї системи є відсутність засобів для візуального виявлення та ідентифікації літаків за їх зображеннями.

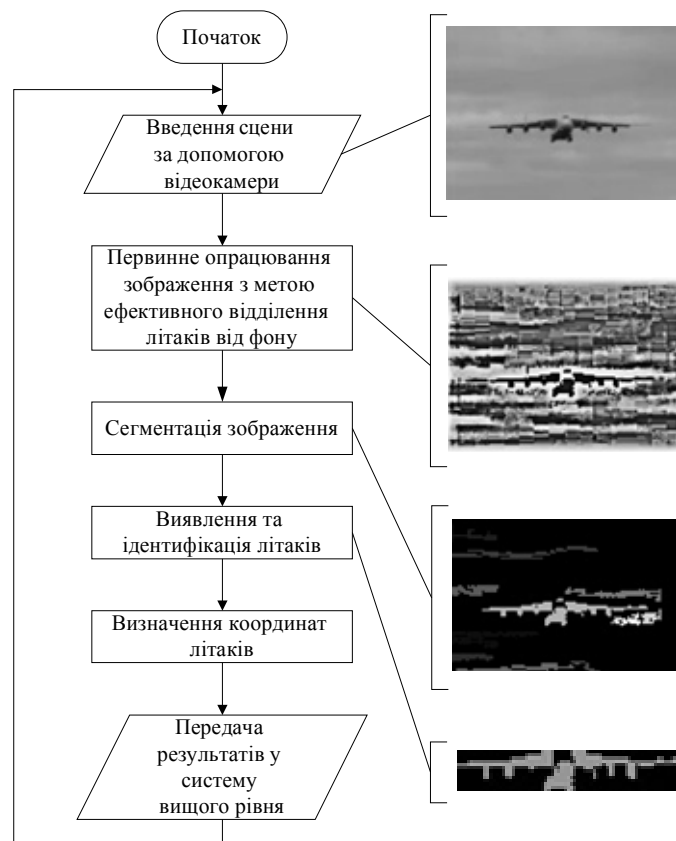
Ідентифікація і відстеження траєкторії руху реалізована у методі виявлення і стеження за літаками з використанням вейвлет ознак і машин опорних векторів [6]. Недоліком цього методу є необхідність ручного виділення літака, за яким необхідно в подальшому стежити. Крім того, цей метод не придатний для використання в умовах низької видимості. Це робить його непридатним для використання в системах автоматичного виявлення та ідентифікації літаків, що використовуються під час візуального моніторингу прилеглої простору аеропорту.

Окремо можна виділити метод виявлення літаків зі штучного супутника Землі [7], проте він здатний працювати лише з однією з проєкцій зображень літаків, а саме – вид зверху.

Постановка задачі. При розробці систем візуального моніторингу прилеглої простору аеропортів, систем виявлення та ідентифікації літаків виникають проблеми, пов'язані з введенням, первинним опрацюванням, аналізом сцен, виділенням, виявленням і ідентифікацією об'єктів, зокрема літаків, визначенням їх координат тощо. Для вирішення вказаних проблем ставиться завдання розробити метод всепогодного візуального виявлення та ідентифікації об'єктів, зокрема літаків, з модульною структурою, який можна було б використати для розроблення систем візуального моніторингу прилеглої простору аеропортів. А його окремі модулі можна було б використати для удосконалення існуючих систем і методів виявлення та ідентифікації літаків.

Метод автоматичного всепогодного візуального виявлення та ідентифікації об'єктів. Для розв'язання поставленої задачі розроблено і запатентовано метод, який дає змогу здійснювати автоматичне всепогодне візуальне виявлення та ідентифікацію об'єктів, зокрема літаків, за їх зображеннями [1]. Особливістю цього методу є його модульна структура, яка уможливорює використовувати фрагменти методу для розробки нових та удосконалення існуючих систем і методів виявлення та ідентифікації різноманітних об'єктів, наприклад, літаків. Гнучкість цього методу дає змогу використовувати його модифікації і фрагменти для розроблення та удосконалення систем реального часу, що розв'язують широкий спектр задач. Серед цих задач є первинна обробка зображень з метою покращання відділення об'єктів від фону, усунення негативного впливу природних факторів та нерівномірності освітлення, сегментація, виявлення, ідентифікація та стеження за різноманітними об'єктами, візуальний моніторинг обстановки в системах безпеки. У цій роботі розглядається застосування розробленого методу для всепогодного візуального виявлення та ідентифікації літаків у системах візуального моніторингу за прилеглим простором аеропорту.

Узагальнену граф-схему алгоритму розробленого методу показано на рисунку. На першому етапі формується відеозображення сцени прилеглої простору аеропорту в полі зору відеокамери. Воно полягає у виділенні кадру з відеопотоку та його оцифруванні.



Узагальнена граф-схема алгоритму функціонування методу візуального виявлення та ідентифікації літаків

Після цього здійснюють первинне опрацювання зображення з метою ефективного відділення літаків та інших об'єктів від фону. Воно складається з послідовності операції високочастотної фільтрації оцифрованого растрового зображення, вирівнювання гістограми, низькочастотної фільтрації, вирівнювання гістограми, високочастотної фільтрації, вирівнювання гістограми [1, 8]. При цьому компенсується негативний вплив природних чинників, наприклад, дощу, туману, мряки, сутінків, турбулентності, нерівномірного освітлення, спотворень, що виникають під час руху об'єктів стосовно відеокамери. Збільшується контраст між об'єктами і фоном. Мінімізується дисперсія між значеннями пікселів у межах об'єктів. Це, своєю чергою, призводить до підвищення ймовірності коректного цілісного відділення об'єктів від фону [8].

Наступним кроком є сегментація зображень. Вона здійснюється бінарizaцією опрацьованого на попередньому кроці зображення або безпосередньо введеного з відеокамери зображення. У другому випадку точність роботи буде нижчою. Бінарне зображення опрацьовують операцією морфологічного відкривання. При цьому на зображенні сцени формуються образи об'єктів у вигляді областей зв'язних пікселів, усуваються дрібні шуми, що були отримані внаслідок бінарizaції. Опрацьоване бінарне растрове зображення сцени розбивають на зв'язні області маркуванням зв'язних компонент, утворюючи образи зображень об'єктів. При цьому усім пікселям кожної з областей присвоюють унікальний ідентифікатор, що ідентифікує цю область. Пікселям, що не належать до жодної з областей, встановлюють значення 0. Визначають площу кожної з областей як суму кількості пікселів, що мають однакові значення ідентифікаторів. Якщо площа області недостатня для подальшої ідентифікації, то її видаляють. Значення достатнього розміру області вибирають залежно від розмірів об'єктів, особливостей функціонування методів виявлення та ідентифікації і розмірів сцени загалом. Якщо після цього опрацювання на отриманому зображенні присутні зв'язні області, то по піксельних двовимірних координатах ідентифікаторів визначають крайні точки кожної з областей, які представляють силуети об'єктів. По цих координатах виділяють силуети на зображенні і передають їх на подальше опрацювання.

Виявлення та ідентифікацію здійснюють за допомогою попередньо навченої штучної нейронної мережі прямого поширення шляхом подачі кожного з виділених силуетів об'єктів їй на вхід та одержання її відгуку на вхідний сигнал. Ця нейронна мережа може бути спроектована для виявлення або ідентифікації літаків чи інших об'єктів. Також можливе послідовне використання двох нейронних мереж, перша з яких здійснює виявлення літаків, а у разі позитивного відгуку друга нейронна мережа здійснює їх ідентифікацію.

У разі успішного виявлення і/або ідентифікації одного або кількох літаків визначають і зберігають їх піксельні координати на зображенні сцени.

На останньому кроці результати опрацювання передають в систему вищого рівня для подальшого опрацювання або виводу на екран авіадиспетчера. Після цього повторюють здійснені кроки для опрацювання наступного кадру.

Можливості практичного застосування методу. Розроблений метод можна застосувати для удосконалення гібридних систем, таких як Vocord AEROCAN [5]. Для цієї системи це дасть можливість акцентувати увагу авіадиспетчера на літаки або на конкретний літак, навіть за умов низької видимості, використовуючи лише дані з відеокамер спостереження. Це підвищить безпеку пересування літаків в зоні аеропорту.

Іншою можливістю застосування є удосконалення методу виявлення і стеження за літаками з використанням вейвлет-ознак і машин опорних векторів [6] введенням у відомий метод модулів первинного опрацювання зображень і сегментації зображень. Це дасть змогу підвищити точність згаданого методу та уможливить його функціонування за умов низької видимості.

Розроблений метод можна повністю реалізувати на сучасній елементній базі як апаратну чи апаратно-програмну систему виявлення та/або ідентифікації літаків або інших візуальних об'єктів в реальному масштабі часу. При цьому, залежно від умов функціонування та цільової елементної бази від використання окремих модулів можна відмовитися зі збереженням функціональності системи. Проте у цьому випадку відбудеться зменшення точності її роботи і звуження функціональних можливостей. Такими модулями, наприклад, є модулі первинного опрацювання зображень та сегментації зображень.

Висновок. Розроблено і запатентовано метод, який уможливорює здійснювати автоматичне всепогодне візуальне виявлення та ідентифікацію об'єктів, наприклад літаків, за їх зображеннями. Метод має модульну структуру. Це дає змогу використовувати його загалом або фрагментами для розроблення нових або удосконалення існуючих систем і методів первинної обробки зображень з метою покращання відділення об'єктів від фону, усунення негативного впливу природних чинників та нерівномірності освітлення, сегментації, виявлення, ідентифікації та стеження за різноманітними об'єктами, візуального моніторингу обстановки в системах безпеки. Порівняно з існуючими методами цього класу він здійснює одночасне автоматичне візуальне всепогодне виявлення та/або ідентифікацію багатьох об'єктів, наприклад літаків, з визначенням їх піксельних координат на сцені.

1. Патент № 52535 U Україна. G06K9/00. Спосіб автоматичної ідентифікації візуальних об'єктів за їх силуетами / В.Я. Пуйда, М.В. Олексів. – К.: Промислова власність, 2010. Бюл. № 16.
2. Naimer J.L., Hummel F., Jorgensen J., Krohn P. United States Patent Pub. No. 20080140269. B64D 43/02 Aircraft ground maneuvering monitoring system., 2008.
3. United States Patent Pub. No. 20080158041. G01S 13/00. Airport surface detector and control system / R. Candidi Tommasi Crudeli, R.D. Candidi Tommasi Crudeli. – 2008.
4. United States Patent Pub. No. 20080158041. G01S 13/00. Airport surface detector and control system / R. Candidi Tommasi Crudeli, R.D. Candidi Tommasi Crudeli., 2008.
5. Vocord AEROCAN – 2010. – Режим доступу: <http://www.vocord.ru/62/> – заголовок з екрану.
6. Rastegar S., Babaeian A., Bandarabadi M., Toopchi Y. Airplane Detection and Tracking Using Wavelet Features and SVM Classifier // 41st Southeastern Symposium on System Theory University of Tennessee Space Institute, Tullahoma, TN, USA, March 15–17, 2009. – P. 64–67.
7. Шануро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение / Пер. з англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 756 с.

8. Олексів М., Пуйда В. Первинне опрацювання зображень літаків з метою їх ефективного відділення від фону // *Advanced computer systems and networks: design and application: Матеріали 4-ї Міжнар. конф. ACSN-2009. 9–11 листопада 2009 р. – Львів, Україна, 2009. – С. 191–193.*

УДК 004.932:656.223

О.В. Олещук, О.Є. Попель, М.Б. Копитчук
Одеський національний політехнічний університет

ФОРМУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ У СИСТЕМАХ ПРОМИСЛОВОГО РОЗПІЗНАВАННЯ

© Олещук О.В., Попель О.Є., Копитчук М.Б., 2010

Розглянуто процес вимірювання зображень. Проаналізовано особливості зображень, отриманих за фіксованого та змінного, тривалого та нетривалого часу експозиції. Визначено, який режим відеозйомки є найпридатнішим для конкретних задач. Наведено математичні залежності, що відповідають зображенню спостережуваного об'єкта, характерного для систем промислового розпізнавання.

Ключові слова: обробка зображень, розпізнавання символів, машинний зір.

Process of image measurement is considered. Features of images, which are received with fixed and variable, long-term and short-term exposure time, is analyzed. The most suitable modes are defined for particular tasks. Mathematical dependencies are given, which correspond to observed object that is typical for industrial system of recognition.

Keywords: image processing, character recognition, computer vision.

Вступ. Як початкові дані для систем обробки зображень та розпізнавання образів можуть виступати як одиночні зображення, так і їх послідовність. Більшість задач промислового характеру, пов'язаних із вимірюванням параметрів об'єктів, має справу з об'єктами, що змінюються у часі. Тому для систем промислового розпізнавання є сенс конкретизувати таке поняття, як "зображення об'єкта". Зазвичай воно трактується як статичне зображення, що характеризує спостережуваний об'єкт тільки у певний момент часу t .

Огляд літературних джерел. Для комп'ютерної обробки зображень необхідно насамперед формалізувати саме поняття "зображення" і забезпечити можливість перетворення зображення у числову форму.

Нехай є об'єкт, освітлений джерелом світла. На деякій відстані від об'єкта розподіл енергії джерела світлового випромінювання, відображеного об'єктом за просторовими координатами x, y і за довжинами хвиль I , описується функцією

$$C' = C'(x, y, I). \quad (1)$$

Область значень функції (1) розташована в діапазоні

$$0 \leq C'(x, y, I) \leq C_{\max},$$

де C_{\max} – максимальна яскравість зображення, обмежена граничною величиною світлочутливості реєструючих середовищ.

Геометричні розміри обмежені характеристиками формуючої системи і розмірами фото-реєструючого середовища. Вважатиметься, що усі зображення обмежені прямокутною областю:

$$x_{\min} \leq x \leq x_{\max} \quad y_{\min} \leq y \leq y_{\max},$$

де $x_{\min}, x_{\max}, y_{\min}, y_{\max}$ – мінімальні і максимальні границі по координатах x, y відповідно.