

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ В СИСТЕМАХ ЗБОРУ ТА СОРТУВАННЯ ПЛАСТИКОВОЇ ТАРИ

У наш час весь світ замислюється щодо збереження довкілля. Одним з найважливіших факторів є переробка відходів, велику частину яких займають пластикові пляшки. Бурхливий розвиток заводів з переробки пластикової тари, а також системи прийому в цілому ставить завдання швидкого та правильного сортування.

Стаття присвячена дослідженню підвищення швидкодії розпізнавання пластикових пляшок за допомогою аналізу зображення. Запропоновано метод, що дозволяє прискорити процес сортування не тільки у автоматах по прийому пластикових пляшок, а і на сортувальній лінії на заводах.

Ключові слова: пластик; сміття; захист довкілля; збір пластикових пляшок; розпізнавання; паралельні обчислення; прискорення розпізнавання.

В Україні сміттям завалено вже майже 4 % території, і з кожним роком ця проблема посилюється. Щорічно в країні викидається на звалища 40–50 млн т побутових відходів, з яких переробляється і утилізується не більше 2–3 %. У той же час, в ряді країн Європи переробляється більше 30 % сміття [1]. Великою частиною цих відходів є пластик, в тому числі ПЕТ пляшки.

Пластикова пляшка міцно увійшла в побут сучасної людини завдяки легкості, міцності і дешевизні. Основним її недоліком є тривалий (близько двохсот років) період розпаду в землі, що призводить до постійного зростання забруднення навколишнього середовища і зростання площ сміттєзвалищ [2]. Для вирішення цієї проблеми необхідне вторинне використан-

ня цього продукту, що можливо тільки при роздільному зборі та переробці відходів. У ряді розвинених країн люди отримують різні заохочення від держави за сортування свого сміття. Наприклад, в Німеччині при здачі пластикових і скляних пляшок в спеціальний автомат, людина отримує знижку на покупку в супермаркеті, а в Японії за сортування сміття люди платять менше за житло [3].

Для реалізації запропонованої системи використовують автомат по прийому пластикових пляшок і WEB-сервіс, на якому користувач зможе стежити за статистикою зданих пляшок, накопиченими балами і обмінювати їх на потрібні йому товари і послуги.

На рис. 1 наведено структурну схему системи.

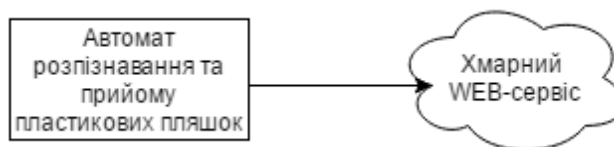


Рис. 1. Структурна схема запропонованої системи

Автомат з прийому пластикових пляшок повинен автономно розпізнавати пляшки будь-якої форми. В аналогічних апаратах європейського зразка розпізнавання пляшки відбувається зчитуванням штрих-коду на етикетці. Цей метод не універсальний, оскільки для знаходження штрих-коду пляшку необхідно обернути спеціальними роликami, що унеможливило прийом

пляшок не круглого перетину. Крім того, цей метод не може бути застосований для розпізнавання об'єктів без етикетки.

В результаті аналізу недоліків існуючих систем, а також функцій розроблювального пристрою, було прийнято рішення розробити автомат з наступними особливостями:

1. Рухомий стіл-ваги для зважування об'єктів і скидання в контейнер при успішному розпізнаванні.

2. Розпізнавання за допомогою камери.

Розпізнавання за допомогою камери може бути здійснено двома способами – за допомогою хмарних обчислень або за допомогою програми розпізнавання на апаратній платформі у автоматі.

Перший спосіб дозволяє мінімізувати апаратні характеристики, дуже спрощує та здешевлює побудову автомата, але застосування такого способу тягне за

собою постійний зв'язок із мережею Інтернет. Адже без зв'язку з сервером неможливе розпізнавання пляшки, що унеможливило її прийом.

Обов'язковою умовою прийому пляшки є її порожнеча. Для аналізу цього параметра використовується рухомий стіл-ваги. З огляду на показники співвідношення ваги і об'єму пластикових пляшок (табл. 1, [1]), було вирішено використовувати кінцевий вимикач, що реагує на перевищення максимально допустимої ваги.

Таблиця 1

Вага пластикових пляшок в залежності від їх обсягу

Обсяг пляшки, л	Вага, г
0,5	24
1,0	36
1,5	39

Застосування програми розпізнавання на апаратній платформі автомата дозволяє автономно розпізнавати пляшки. Тобто для нормального функціонування апарата такий спосіб не вимагає постійного зв'язку з сервером.

Для обробки зображень у розроблювальному пристрої, запропоновано використання бібліотеки Emgu CV. Ця бібліотека є крос-платформенною. Net обгорткою бібліотеки OpenCV – обробки зображень, яку можна використовувати в NET сумісних мовах, таких як C #, VB, VC ++, IronPython і т. д. Бібліотека може бути використана Visual Studio, Xamarin студії, вона може працювати на Windows, Linux, Mac OS X, IOS, Android-телефонах і на Windows phone [4]. OpenCV (англ. Open Source Computer Vision Library, бібліотека комп'ютерного зору з відкритим вихідним кодом) – бібліотека алгоритмів комп'ютерного зору, обробки зображень та чисельних алгоритмів загального призначення з відкритим кодом. Реалізована на C / C ++,

також розробляється для Python, Java, Ruby, Matlab, Lua та інших мов. Може вільно використовуватися в академічних і комерційних цілях, поширюється в умовах ліцензії BSD [5].

Серед багатьох методів бібліотеки можна виділити метод SURF. Цей метод вирішує два завдання – пошук особливих точок зображення і створення їх дескрипторів (описового елемента, інваріантного до зміни масштабу і повороту). Крім того, сам пошук ключових точок теж повинен володіти інваріантністю, тобто повернений об'єкт сцени повинен володіти тим же набором ключових точок, що і зразок.

Метод дозволяє знаходити особливі точки за допомогою матриці Гессе. Детермінант матриці Гессе досягає екстремуму в точках максимальної зміни градієнта яскравості.

Для двовимірної функції її детермінант визначається наступним чином [6]:

$$H(f(x, y)) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \end{bmatrix}$$

$$\det(H) = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} - \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \right)^2 \quad (1)$$

де H – матриця Гессе,

f(x, y) – функція змінення градієнту яскравості.

Прискорити процес за допомогою паралельного алгоритму можна двома способами:

- Реалізувати обробку декількома потоками, але кожен з них повинен починати аналізувати зображення з своїх заданих координат (у цьому випадку краще всього використовувати кути зображення).

- Реалізувати обробку декількома потоками, надавши їм свою частину загальної картини.

Після аналізу першого способу, було прийнято рішення, що він не підходить, оскільки потокам все одно необхідно повністю аналізувати зображення, що є додатковим навантаженням на обчислювальну систему і не дасть приросту швидкодії, який нам необхідний.

У зв'язку з цим, було вирішено використовувати другий спосіб – розділити зображення, яке обробляється на частини. Цей спосіб не зашкодить якості аналізу, оскільки для поліпшення точності можна зіставляти результати виконання аналізу всіма потоками, також дозволить збільшити швидкодію програми, оскільки оброблювані потоками зображення будуть меншого розміру. У доповненні до цього, великого навантаження на систему не буде з тієї ж причини.

Для перевірки працездатності цієї теорії було зроблено програму, яка реалізує розпізнавання пластикових пляшок.

Результат роботи цієї програми показано на рис. 2.

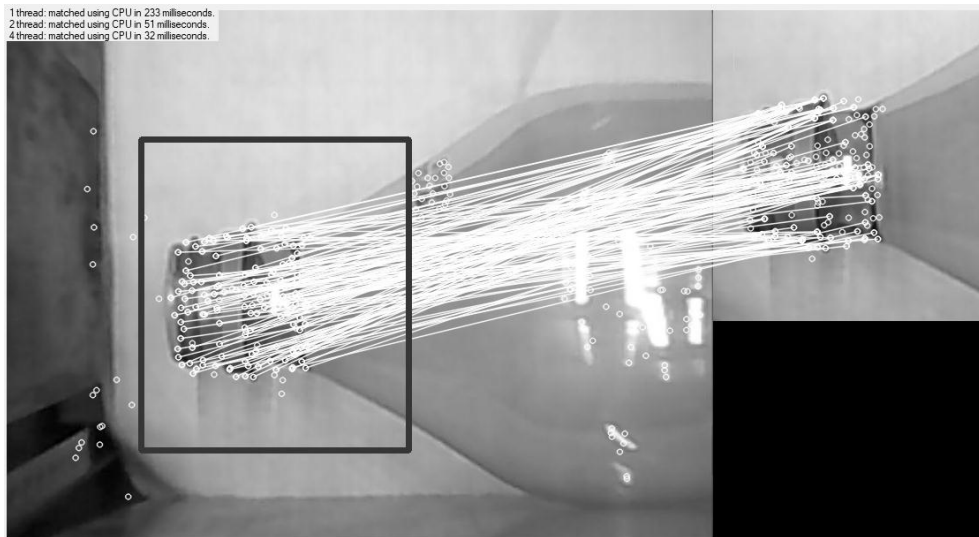


Рис. 2. Результат розпізнавання пластикової пляшки

З результату можна зробити висновки щодо швидкості розпізнавання – при використанні одного потоку програма видала результат через 233 мс., використовуючи два потоки – через 51 мс., а чотирьох – через 32 мс. Ці результати показують, що використання двопоточної програми дозволяє збільшити швидкість системи у 4,5 рази, а чотирьохпоточної – у 7,2 рази,

що відображено на графіку залежності прискорення від кількості потоків (рис. 3). Настільки велике прискорення вдається завдяки тому, що при використанні цього методу не обов'язково аналізувати все зображення – при знаходженні достовірної кількості співпадінь по особливостям на зображенні не потрібно здійснювати подальший пошук.

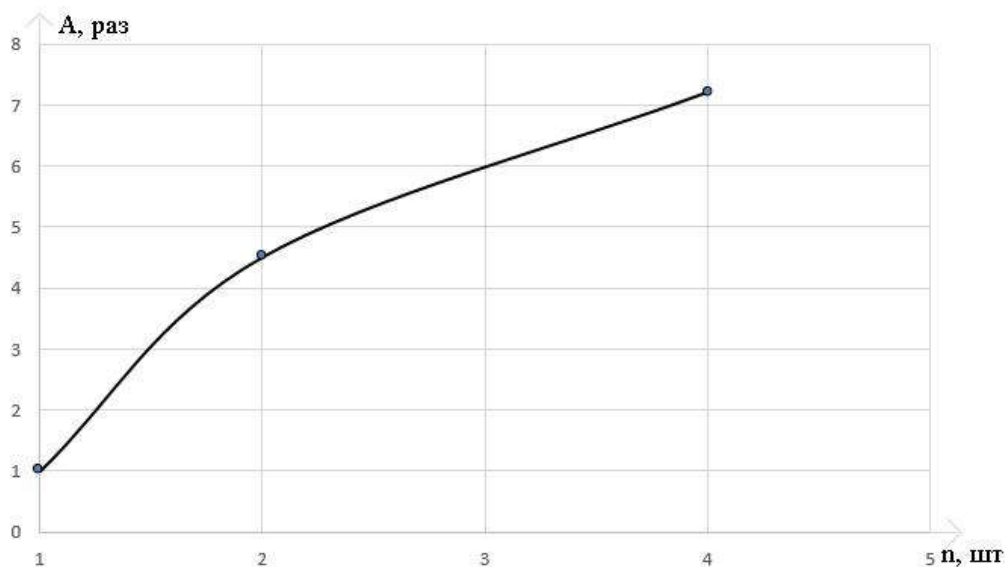


Рис. 3. Графік залежності прискорення від кількості потоків

На основі отриманих результатів показано, що використання методу подвійного потоку дозволяє збільшити швидкість розпізнавання пластикових пляшок незалежно від її форми та розміру. Цей метод можна

використовувати не тільки у системах розпізнавання та сортування пластикової тари на основі автоматів по їх прийому, а й на транспортуючих стрічках заводів по переробці пластикових пляшок.

Список використаних джерел

1. ПЭТ – тара / ПРОМТАРА [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <http://www.promtara.info/katalog/produktsiyaret>. – Назва з екрану.
2. Мусор и сроки его разложения – Flesher [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <http://www.fresher.ru/2013/06/26/musor-i-sroki-ego-razlozheniya/>. – Назва з екрану.
3. Янковская Л. В. Поделки из пластиковых бутылок. – Москва, 2014. – 256 с.

4. emgu.com [Электронный ресурс] : Emgu CV : OpenCV in.NET (C#, VB, C++ and more) Atom feed – Электрон. дан., 2015 – Режим доступа : http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_Page/, свободный – Назва з екрану
5. habrahabr.ru [Электронный ресурс] : Начало работы с OpenCV и его применение в C#– Электрон. дан., 2015 – Режим доступа : <http://habrahabr.ru/post/260741/> – Назва з екрану
6. Bay, H., Ess, A., Tuytelaars, T., and Van Gool, L. : «Speeded-Up Robust Features (SURF)», Computer Vision and Image Understanding, 2008, 110, (3), P. 346–359
7. AREALIDEA Анализ алгоритмов компьютерного зрения [Электронный ресурс] : – Режим доступа : URL : <https://arealidea.ru/articles/analiz-algoritmov-kompyuternogo-zreniya-poiska-obektov-i-sravneniya-izobrazheniy/> – Назва з екрану
8. Лекция 7 : Параллельные методы матричного умножения [Электронный ресурс] : – Режим доступа : URL : <https://www.intuit.ru/studies/courses/1156/190/lecture/4954?page=3> – Назва з екрану

А. В. Стрельцов, А. А. Ильяшенко,

Одесский национальный политехнический университет, Одесса, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ В СИСТЕМАХ СБОРА И СОРТИРОВКИ ПЛАСТИКОВОЙ ТАРЫ

В наше время весь мир задумывается о сохранении окружающей среды. Одним из важнейших факторов является переработка отходов, большую часть которых занимают пластиковые бутылки. Бурное развитие заводов по переработке пластиковой тары, а также системы приема в целом ставят задачу быстрой и правильной сортировки.

Статья посвящена исследованию повышения быстродействия распознавания пластиковых бутылок с помощью анализа изображения. Предложен метод, позволяющий ускорить процесс сортировки не только в автоматах по приему пластиковых бутылок, но и на сортировочной линии на заводах.

Ключевые слова: пластик; мусор; охрана окружающей среды; сбор пластиковых бутылок; распознавания; параллельные вычисления; ускорение распознавания.

O. V. Streltsov, O. A. Iliashenko,

Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine

RESEARCH OF METHODS FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF PATTERN RECOGNITION IN SYSTEMS FOR COLLECTING AND SORTING PLASTIC BOTTLES

Nowadays the whole world is thinking about preserving the environment. One of the most important factors is the processing of waste, most of which is occupied by plastic bottles. The rapid development of plastic packaging processing plants, as well as the reception system as a whole, poses the task of quickly and correctly sorting.

The article is devoted to the study of increasing the speed of recognition of plastic bottles by recognizing them on the image. Given the imperfection of existing methods for the recognition of plastic bottles, the use of computer vision for the identification of plastic bottles is proposed. In the general task of recognizing plastic containers with the help of computer vision is to find objects that fall into the classification of plastic bottles, as well as finding objects that do not fall into this class. A method is proposed to speed up the sorting process not only in vending machines for the reception of plastic bottles, regardless of its shape and size, and does not worsen the accuracy of partial closing of the recognition object. Due to this, the method can be used not only in systems for the recognition and sorting of plastic containers on the basis of automatic machines as they are received, but also on the transport strips of plants for the processing of plastic bottles.

Key words: plastic; garbage; environmental protection; collection of plastic bottles; recognition; parallel calculations; acceleration of recognition.

Рецензенти: Фісун М. Т., д-р техн. наук, професор;

Швед А. В., канд. техн. наук, доцент (б. в. з.).

© Стрельцов О. В., Ильяшенко О. А., 2017

Дата надходження статті до редколегії 14.06.2017