

РЕЄСТРАЦІЯ ВЕЛИКОРОЗМІРНИХ ВАНТАЖІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ НА БАЗІ ПРИСТРОЇВ З ОБМЕЖЕНИМИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

І. М. Журавська

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Анотація. Стаття присвячена дослідженню реєстрації руху великорозмірних вантажів. Розроблений клієнт-серверний застосунок з інтерфейсом для реєстраторів з обмеженими обчислювальними можливостями (мобільних пристроїв, WiFi-камер, дронів, тощо). Система протестована на вимоги обліку морських контейнерів на судні та на запобігання помилкової реєстрації об'єктів. При необхідності можливо доповнення й розширення функцій розробленої системи.

Ключові слова: реєстрація великорозмірного вантажу, алгоритм Собеля, цифрова камера, мобільний пристрій, клієнтська частина, база даних, шардінг.

Вступ

На теперішній час в світі є потреба визначати кількість великих вантажів під час їх руху/завантаження/розвантаження на тимчасових пунктах пропуску, для розрахунку вартості перевезення через міста та мостові споруди, тощо.

В світі використовуються декілька систем на базі GPS-трекерів та відеокамер з сервером розпізнавання образів вантажу, його номеру, та запису даних по номеру контейнера в базу даних. Найбільш відомими з таких систем для вантажообліку є Tetis (Трітон), Helios, Контейнер – КО-НТРОЛЬ та ін. [1, 2], які або зчитують інформацію з бортового контролера на вантажі, або є стаціонарно встановленими у транспортних вузлах. Такі системи є надмірно складними технологічно й надають інформацію лише власникові вантажу або компанії-перевізнику. Але іноді значена інформація необхідна саме на місці проходження вантажу. Крім того, всі зазначені системи використовують для реєстрації GPS-координати вантажів й тому втрачають працездатність при відсутності зв'язку з супутниками.

Актуальність та безперервність отриманих даних можливо підтримувати за рахунок використання у системі бази даних. Навіть, якщо відбувся збій у системі електропостачання і система реєстрації була тимчасово відключена – система транзакцій не дасть даним втратити свою актуальність. Але треба враховувати, що на різних транспортних вузлах прийнята власна система обліку вантажів. Це приводить до того, що встановити зв'язки між документами різного вигляду практично неможливо, але необхідно здійснювати запити по потрібним полях (кількість ванта-

жів за певний час, інтенсивність потоків у розрізі пунктів обліку тощо). Відповідно до цього, база даних вантажообліку є вузьким місцем, що вимагає наукового опрацювання.

Для правильної роботи зазначеної облікової системи великорозмірних вантажів доцільно розробити програмний застосунок за клієнт-серверною структурою.

Задача створення зазначеної інформаційної системи полягає у реалізації прикладної та фізичної частин серверу й мобільного застосунку на базі використання одної/декількох цифрових або відеокамер пересувних/рухомих об'єктів (мобільних пристроїв, WiFi-камер, дронів, тощо) з обмеженими обчислювальними можливостями.

1. Аналіз останніх досліджень та публікацій

Для обробки зображень рухомих об'єктів використовуються різноманітні методи, що відмінні за параметрами і вихідними результатами. Це лінійні та нелінійні фільтри, фільтр Гауса, медіанні, ранжируючі, адаптовані, гібридні та ін. фільтри, здатні коригувати розмитість зображення, зумовлену саме рухом досліджуваного об'єкта [3].

Виявлення на кадрі певного об'єкту можна поділити на наступні етапи:

- знаходження градієнту зображення, тобто контурів зображення, нп., за допомогою алгоритму Собеля [4];
- побудова гістограми зображення;
- бінаризація;
- знаходження пікселів, які входять в певний діапазон значень;
- знаходження координат об'єкту.

© Журавська І. М., 2017

Правильно побудований алгоритм дасть можливість опустити деякі етапи, такі, як бінаризація, а побудову гістограми і знаходження контурів об'єднати.

Збільшити швидкість прийняття рішення щодо наявності великого вантажу у кадрі та забезпечити високоякісну фільтрація без додаткових спотворень дозволяє застосування подвійного медіанного фільтра [5].

Якщо описувана автоматизована система (АС) повинна здійснювати реєстрації вантажів з декількох пунктів обліку, окрему увагу необхідно приділяти вирішенню проблем у налагоджуванні серверів. Наразі перше, за рахунок чого намагаються зменшити навантаження на сервер, це горизонтальне масштабування (шардінг) бази даних (рис. 1) [6]. Вказана система виконує такі функції, як зменшення навантаження за рахунок використання двох або більше баз даних, зменшення кількості запитів до одної бази, кешування, збереження даних, обробки запитів, балансування навантаження та ін.

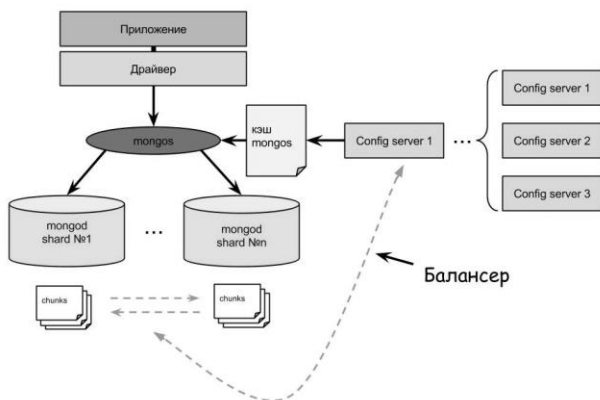


Рис. 1. Шардована схема без реплікасетів [6]

Шардування надає можливість зменшити навантаження і забезпечити необхідну швидкість системи. Але це підхід, який потребує налагоджування, куди підуть дані після їх прибуття в базу. Це зумовлено тим, що розподіл ведеться по shard key, і з кожною новою базою перенос та розподілення даних буде важчий за минулий.

Аналогом є схема з репліка-сетями (рис. 2).

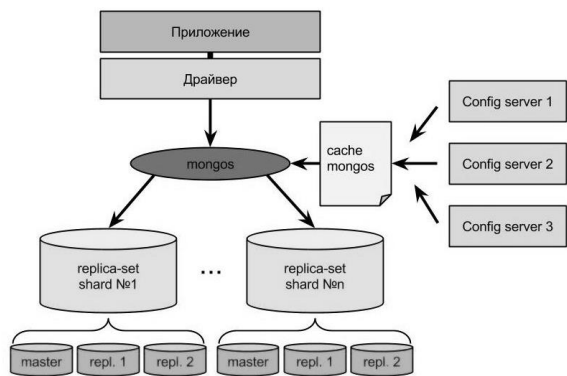


Рис. 2. Шардована схема з репліка-сетями [6]

Ця система має такі переваги:

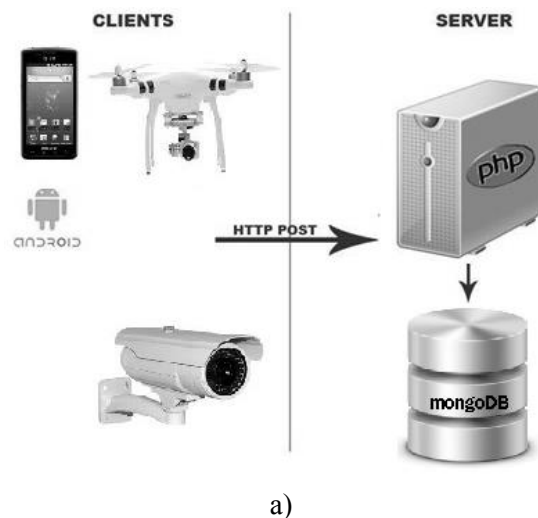
- збереження даних;
- репліки беруть на себе запити зчитування, чим зменшують навантаження на систему;
- балансування навантаження;
- репліки можуть знаходитись в іншому місці ніж майстер.

2. Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

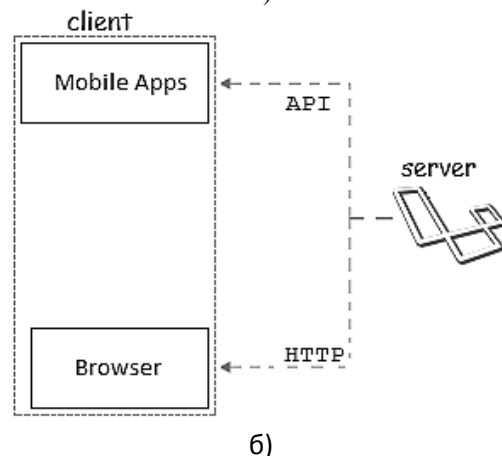
Після вивчення і дослідження аналогічних систем було з'ясовано, що наявні інформаційні технології не в змозі забезпечити повноцінну роботу високонавантаженої системи обробки даних в умовах відсутності можливості визначення GPS-координат та із запобіганням подвійної реєстрації вантажу [1, 2].

Зважаючи на те, що рухатись може не тільки сам вантаж, а й засіб його реєстрації (нп., дрон) треба докласти певних зусиль для запобігання реєстрації замість великого вантажу – стороннього об'єкта, що попадає у кадр.

Структурна схема розроблюваної АС обліку великорозмірних вантажів, яка має клієнт-серверну структуру, наведена на рис. 3.



а)



б)

Рис. 3. Структура АС (а) та клієнт-серверного застосунок (б)

Така АС працюватиме в автономних умовах та спроможна обробляти інформацію від гетерогенної мережі великої кількості реєстраторів з декількох пунктів обліку. Використання open-source рішення на базі NoSQL СУБД mongoDB забезпечить більш економне рішення в поєднанні з досить простою масштабованістю при збільшенні пунктів обліку.

Розроблене рішення працюватиме при обмеженому доступі до Інтернету, необхідному тільки під час синхронізації даних з декількох пунктів обліку задля формування необхідної статистики в реальному часі.

Система також повинна бути укомплектована модулями безпеки, які дозволять регулювати права доступу користувачів до певного функціоналу [7–10].

Метою роботи є створення автоматизованої системи, яка зможе виконувати поточну обробку даних щодо рухомих великорозмірних вантажів без використання глобальних ресурсів та без втрати актуальності даних.

3. Виклад основного матеріалу

3.1. Програмне забезпечення клієнтської частини

3.1.1. Опис алгоритму реєстрації великих вантажів

Задача виявлення рухомих великих об'єктів на відео-потоці при практичному підході розбивається на кілька менших підзадач: виявлення на кадрі потрібного об'єкту (автомашини, контейнеру, тощо), співставлення пари кадрів і порівняння положень об'єкту на них.

Розрахуємо градієнт зображення. Градієнт у загальному випадку – векторна величина, що показує напрям максимального збільшення деякої величини. В нашому випадку «деяка величина» – двовірна функція *яскравості* зображення *I*. Яскравість зображення в пікселі PG_{ij} – це значення пікселя в градаціях сірого (Grayscale). Розрахунок значення в градаціях сірого можна провести за допомогою наступної формули:

$$I_{ij} = 0,2125r + 0,7154g + 0,00721b, \quad (1)$$

де *r* – значення червоного каналу (red channel), *g* – значення зеленого каналу (green channel), *b* – значення синього каналу (blue channel).

Вектор градієнту зображення для функції яскравості *I* матиме наступний вигляд:

$$\vec{g} = grad(I) = (\partial I / \partial x; \partial I / \partial y),$$

Для знаходження градієнту зображення були використані фільтри Собеля. Фільтри Собеля –

двовірні вектори-маски розмірністю 3x3, якими початкове зображення обробляється в наступному порядку:

$$\begin{aligned} \partial x &= (p7 + 2p8 + p9) - (p1 + 2p2 + p3); \\ \partial y &= (p3 + 2p6 + p9) - (p1 + 2p4 + p7), \end{aligned}$$

Таким чином, маємо значення похідних по двом напрямкам у зображенні: по осі *x* та осі *y*. Безпосередньо значення градієнту в точці можна розрахувати за допомогою наступної формули:

$$G = \sqrt{dx^2 + dy^2}.$$

Розглянемо побудову гистограми – графік частотного розподілення елементів цифрового зображення з різною яскравістю, в якому по горизонталі представлена яскравість (значення функції *I*, яка була розглянута раніше), а по вертикалі – значення пікселів з даним значенням яскравості (рис. 4).

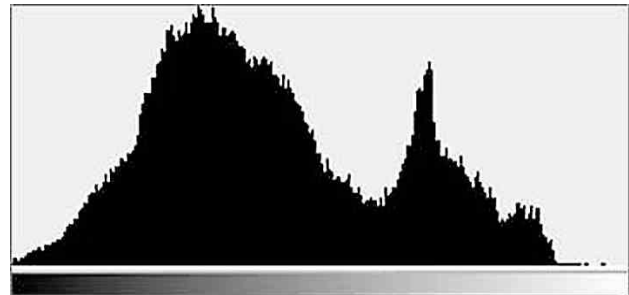


Рис. 4. Типова гистограма

Алгоритм розрахування гистограми:

1. Подаємо зображення *A* (*W*x*H*) в градаціях сірого, використавши для кожного пікселя формулу (1);
2. Обраховуємо значення A_{min} та A_{max} ;
3. Проаналізуємо зображення по осям *x* та *y* для гистограми розміром *N*, де $N = A_{min} - A_{max} + 1$, та для кожного елемента зі значенням A_{ij} ($i = 1 \dots W$, $j = 1 \dots H$) додаємо 1.

Процес подання гистограми в розробленому алгоритмі описаний нижче.

Процес бінаризації – це процес перетворення зображення з кольорового чи в градаціях сірого в чорно-біле (бінарне). Як правило, коли говорять про бінаризацію, мають на увазі *порогову бінаризацію*. Принцип функціонування порогової бінаризації наступний: зображення подається в градаціях сірого, після чого кожне значення пікселя порівнюється з пороговим значенням (воно може бути як константою, так і значенням, вирахованим за допомогою певного методу, наприклад, методу Отсу). Якщо значення в градаціях сірого пікселя менше порогового значення, на місце пікселя записується 1 (*r*: 255, *g*: 255, *b*: 255). Інакше – 0 (*r*: 0, *g*: 0, *b*: 0). Після чо-

го маємо зображення, яке складається лише з білого та чорного кольорів. В розробленому алгоритмі цей етап опущено.

Потім знаходимо пікселі, що входять в деякий діапазон. Після знаходження градієнту зображення отримаємо повноцінну картину всіх контурів всіх об'єктів на зображенні. Для пошуку контурів потрібного об'єкту використовуємо градієнт зображення, найбільші значення котрого знаходяться на межах об'єкту, який контрастує з оточенням більше всього. В нашому випадку великорозмірний вантаж є саме таким об'єктом.

Для того, щоб віднайти на карті градієнту контури потрібного об'єкту, знайдемо на гістограмі пікселі, які входять в діапазон, рівний в розглянутому випадку $\delta=3\%$. Значення у 3% не є константою, а визначається у кожному пункті обліку в залежності від розміщення мобільного реєстратора по відношенню до рухомого вантажу. Значення гіперпараметру δ добирається таким чином, щоб на факт реєстрації не впливали сторонні шуми, нп., великорозмірні об'єкти поза межами зони огляду при завищених значеннях δ (рис. 5,а). При занижених значеннях δ , навпаки, може бути незарахований сам великорозмірний об'єкт (рис. 5,б).



Рис. 5. Невдалий вибір значення δ : завелике (а) та замале (б)

Таким чином, всі пікселі, концентрація яких в гістограмі менша за δ від абсолютної кількості пікселів (тобто, від розміру гістограми), будемо вважати пікселями, що знаходяться на контурі об'єкту, який повинен бути зареєстрованим.

Координати об'єкту знаходяться наступним чином: зміні підлягають чотири значення – координати верхнього лівого кута прямокутника, в який вписаний об'єкт, та координати нижнього правого кута. Ітеративно знаходяться потрібні пікселі, а їх координати записуються в змінні. Після проходження по зображенню матимемо координати прямокутника, в межах якого знаходиться об'єкт.

3.1.2. Опис програмної реалізації

Реалізація розробленого алгоритму складається з трьох кроків: завантаження зображення в градаціях сірого (використовується бібліотека OpenCV); складання гістограми зображення (з відмінністю в тому, що на вертикальній осі розташовуються значення градієнту в точках, а не яскравості); знаходження координат пікселів, значення градієнту яких знаходиться в межах дібраного значення δ .

Блок-схема алгоритму реєстрації великорозмірного вантажу наведена на рис. 6.

Спочатку підключаються стандартні бібліотеки та основні файли бібліотеки OpenCV.

Після отримання зображення розміром $W \times H$ допоміжна функція повертає значення градієнта пікселя PG_{ij} методом Собеля.

Далі головна функція, яка реалізовує алгоритм, описаний вище, повертає тип *std::tuple*, елементами якого є координати прямокутника, в який вписано об'єкт. Якщо рухомий об'єкт не відноситься до великорозмірних та його зображення-прямокутник не задовольняє умовам алгоритму (його площа займає менше 15% площі зображення), повертається кортеж з чотирьох значень «мінус 1».

Потім відбувається формування гістограми. Вона являє собою об'єкт *std::map* (асоціативний масив), в якому ключом градієнт, а значенням – кількість пікселів з таким градієнтом.

Спочатку значення кількості пікселів з даним значенням градієнту в гістограмі рівне нулю. Ітеративно, $i=1 \dots W-2$, $j=1 \dots H-2$, елементи горизонтальної осі гістограми інкрементуються і на виході маємо гістограму, яка представлена асоціативним масивом.

В циклі для кожного пікселя зображення A розраховується значення градієнту, яке слугує ключом для гістограми – для отримання «насиченості» пікселів і порівняння його з порогом, який був зазначений раніше. Той піксель, насиченість якого менша за величину δN (де N – кількість унікальних значень градієнту), вважаємо за піксель, що знаходиться на контурі об'єкту. В такому разі значення координат прямокутника об'єкту перераховується.

На останньому кроці здійснюється перевірка отриманих даних і повернення результату. Перевірка відбувається за наступним принципом: якщо відношення площі прямокутника, в який вписано об'єкт, до площі зображення менше за $0,15$ (15%), то вважається, що об'єкту на зображенні немає (або об'єкт, що має такі розміри, що не дозволяють його класифікувати як великорозмірний вантаж – це можуть бути, наприклад, літаки, що пролітають над реєстратором).

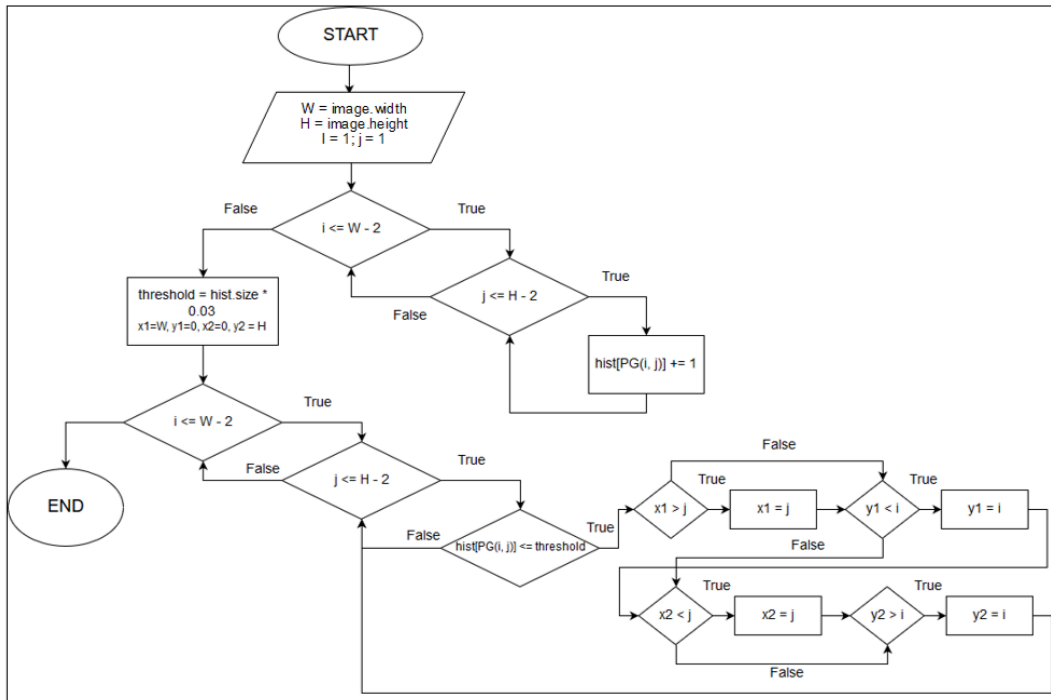


Рис. 6. Блок-схема клієнтської частини

Після порівняння координат об'єкту на двох сусідніх кадрах приймається рішення, чи є об'єкт рухомим для запобігання подвійної реєстрації нерухомих об'єктів.

3.1.3. Тестування роботи програми

Проведено тестування програми на запобігання реєстрації об'єктів, що не рухаються (будинки, авто на стоянці тощо). Для перевірки обрані два зображення розміром 240x200 (рис. 7).

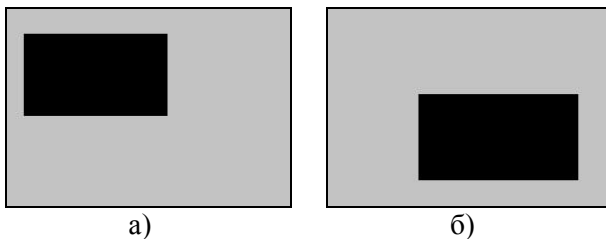


Рис. 7. Положення вантажу: *frame1* (а) та *frame2* (б)

При тестуванні АС на коректність при зміні положення вантажу, коли два кадри є різними з точки зору руху об'єкту (*frame1* та *frame2*), системою приймається рішення «Object moves».

Якщо замінити *frame1* та *frame2* одним зображенням *frame1*, АС прийме рішення про нерухомість або відсутність об'єкту: «Object doesn't move». Таким чином запобігається подвійна реєстрація об'єктів, що не рухаються.

Також проводилось тестування швидкодії роботи програми для вантажів різного розміру, що надають на світлочутливій матриці реєстра-

тора зображення різної розмірності у пікселях (табл. 1).

Таблиця 1

Тестування швидкодії клієнтської частини

Розмірність WxH, пікс.	Швидкість виконання, мс
240x200	53
400x400	156
560x560	710
800x800	2099
1000x1000	5202
1250x1250	7953

3.2. Програмне забезпечення серверної частини

Під час проектування інформаційної системи було розроблено структуру сервера обробки запитів, в якій реалізоване поєднання технологій Gearman та Varnish (рис. 8).

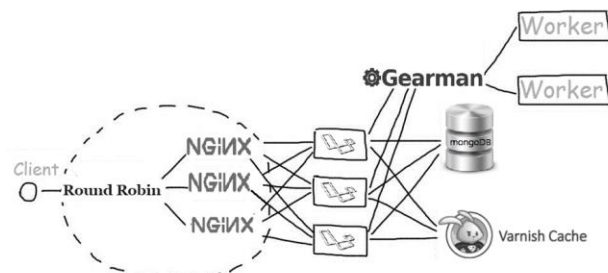


Рис. 8. Структура сервера обробки запитів

Застосування технології Gearman забезпечує організацію системи черг для потоку клієнтів (в т. ч. і для PHP). Одна з основних частин Gearman – Client – ставить завдання на виконання, звертаючись до сервера завдань. Навантаження АС розподіляється за алгоритмом Round Robin (від англ. Round-robin – циклічний), який реалізує розподіл завдань між серверами NGINX методом перебору і впорядкування елементів по круговому циклу. Компонент Worker опитує сервер завдань на наявність завдань, які він може обробити. Переваги такої архітектури у тому, що всі три компоненти не пов'язані між собою, і кожен з них може бути запущений в будь-якій кількості на будь-яких машинах, спілкуючись за допомогою чіткого інтерфейсу створення застосунків (API).

Впровадження описаного рішення дозволяє масштабувати завдання на кілька серверів, а також має можливість пріоритизації завдань. Завдяки впровадженню сервера черг кожен запит з різних пристроїв буде виконаний в своєму контексті (при наявності декількох систем зчитування) та не буде втрачено жодного запиту при великій їх кількості.

Доповнення розробленого рішення кеш-сервером Varnish дозволяє підвищити продуктивність на рівні веб-сервера. При незмінюваному складі компонента (облікової інформації на пункті реєстрації) буде віддаватися його кешована версія без зайвих запитів всередині сервера. Якщо дані змінилися, то компонент буде перекомпільованим передаватись у Varnish, потім з нього у веб-сервер, а вже потім клієнту.

Створена інформаційна система представлена у вигляді веб-серверу з інтерфейсом для користувача (рис. 9 – рис. 10). Сервер має такі функції:

- оновлення даних з серверу;
- обнуління лічильників;
- перегляд актуальних даних по кількості зареєстрованих великих вантажів на кожному пункті реєстрації;
- запити до Android-застосунків для оновлення конкретної інформації.

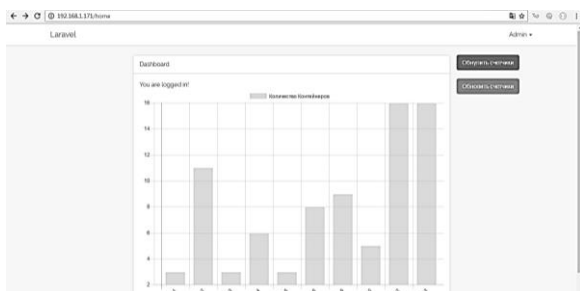


Рис. 9. Сторінка адміністрування актуальності даних

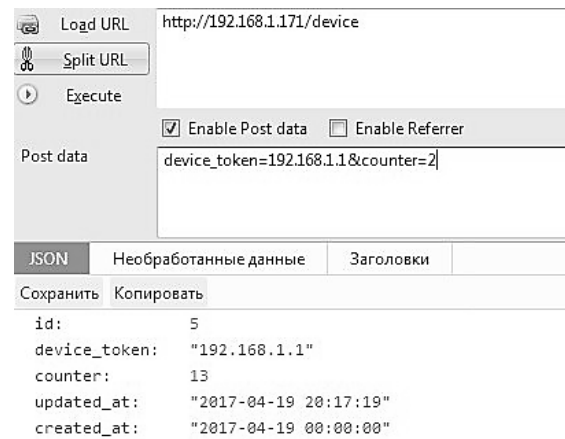


Рис. 10. Сторінка запитів серверу

Таким чином, АС реєстрації великорозмірних вантажів надає власникові інформацію щодо кількості великорозмірних вантажів, що пройшли через пункт обліку у розрізі за кожним встановленим реєстратором, інтенсивність потоків у визначений час, градації вантажів за розміром та ін. За допомогою інтерфейсу можливо авторизуватись в системі під звичайним користувачем та переглянути дані, але змінити їх може тільки особа, яка є у затверженому списку доступу.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Розроблена інформаційна систему обліку великорозмірних вантажів дозволяє отримувати у режимі реального часу інформацію щодо кількості вантажів, які перетнули зазначений пункт обліку. Розроблений алгоритм реєстрації великорозмірного вантажу за допомогою знаходження градієнту зображення цільового об'єкту в градаціях сірого дозволяє використовувати в АС реєстратори з обмеженими обчислювальними можливостями, забезпечує запобігання подвійної реєстрації вантажу та реєстрації руху сторонніх об'єктів.

Запропоноване рішення розраховане на роботу у складі локальної мережі, що суттєво знижує вартість такої системи у порівнянні з існуючими аналогами, які потребують наявності зв'язку або з супутниками, або з глобальною мережею. Також відсутні додаткові витрати на попереднє електронне маркування вантажів.

Віддалений доступ до мережі необхідний в описаній АС не під час поточної роботи, а тільки при потребі складання узагальнених (щоденних, місячних та ін.) звітів шляхом синхронізації з серверами обробки даних. Зважаючи на обмежені обчислювальні можливості застосованих реєстраторів, в архітектуру АС імплементовані технології Gearman та Varnish з репліка-сетями, що дозволяє зробити шардування й винести функціонал обробки даних на будь-яку необхідну кіль-

кість фізичних серверів, а сховище даних – у віртуальне середовище хмарних технологій.

Запропонований підхід суттєво зменшує навантаження на систему.

Недоліками представленої системи можна вважати відсутність кросплатформеного рішення на боці первинних реєстраторів. Крім того, запропонована реалізація АС містить багато налаштовуваних гіперпараметрів (таких як відсоток пікселів, що входять в контур об'єкту, та відношення площ прямокутника об'єкту до добутку вимірів зображення). В подальшому запропонований алгоритм повинен набути можливість навчання – корекції цих параметрів, або взагалі може бути замінений згортковою нейронною мережею (convolutional neural network).

Список використаної літератури

1. Автоматизированные информационные системы для удалённого отслеживания / Starcom Systems Ltd – GPS Tracking Systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.starcomsystems.com/ru/products>.

2. Контейнер – КОНТРОЛЬ, система взвешивания контейнеров и распознавания их номеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.azpw.ru/node/24>.

3. Гонсалез, Р. Цифровая обработка изображений [Текст] / Р. Гонсалез, Р. Вудс. – 3-е изд. – М : Техносфера, 2012. – 1082 с.

4. Vincent O. R. A descriptive algorithm for Sobel image edge detection [Text] / O. R. Vincent, O. Folorunso // *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE'2009)*, Macon, United States, Jun 12–15, 2009. P. 97–107. doi: 10.1.1.330.3734.

5. Musiyenko, M. P. Development of double median filter for optical navigation problems [Text] / M. P. Musiyenko, I. S. Burlachenko, O. O. Denysov, I. M. Zhuravska // *Data Stream Mining & Processing (DSMP-2016)*. *Proceeding of the IEEE 1st International Scientific and Technical Conference*, Lviv, August 23–27, 2016 / Lviv Polytechnic National University. P. 177–181. doi: 10.1109/DSMP.2016.7583535. Scopus EID: 2-s2.0-84994238856.

6. MongoDB от теории к практике. Руководство по установке кластера mongoDB ; Publ. March 28, 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habrahabr.ru/post/217393/>.

7. Laravel по-русски: Документация 5.x ; Оpubл. 30 июня 2017 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://laravel.ru/docs/v5/>.

8. Composer. Dependency Manager for PHP : Documentation [Electronic Resource]. – Access Mode: <https://getcomposer.org/doc/>.

9. Документация Varnish [Электронный ресурс]. Оpubл. 21.10.2014.– Режим доступа : <http://php-include.ru/stati/dokumentaciya-varnish>.

10. Gearman : Documentation // Gearman : web-site [Electronic Resource]. – Access Mode: <http://gearman.org/documentation/>.

References

1. Automated technological systems for remote Tracking, *Starcom Systems Ltd – GPS Tracking Systems* : web-site, available at: <https://www.starcomsystems.com/products>.

2. “Container – CONTROL, container weighing system and recognition of their numbers” [Konteiner – KONTROL, sistema vzveshivaniia konteinerov i raspoznavaniia ikh nomerov], available at: <http://www.azpw.ru/node/24> (in Russian).

3. Gonzalez, R. C., and Woods, R. E., (2012), “Digital Image Processing” [Tsifrovaia obrabotka izobrazhenii], 3th ed., Moscow, Technosphaera, 1082 p. (in Russian).

4. Vincent, O. R., Folorunso, O. A (2009) descriptive algorithm for Sobel image edge detection. *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE'2009)*, Macon, United States, Jun 12–15, 2009, pp. 97–107. doi: 10.1.1.330.3734.

5. Musiyenko, M. P., Burlachenko, I. S., Denysov, O. O., and Zhuravska, I. M. Development of double median filter for optical navigation problems, *Data Stream Mining & Processing (DSMP-2016)*. *Proceeding of the IEEE 1st International Scientific and Technical Conference*, Lviv, August 23–27, 2016 / Lviv Polytechnic National University, pp. 177–181, doi: 10.1109/DSMP.2016.7583535, Scopus EID: 2-s2.0-84994238856.

6. “MongoDB from theory to practice. Installation guide for mongoDB cluster” [MongoDB vid teorii do praktyky. Kerivnystvo po ustanovtsi klastera mongoDB], Publ. March 28, 2014, available at: <https://habrahabr.ru/post/217393/> (in Russian).

7. “Laravel. Documentation 5.x” [Laravel porusski: Dokumentatsiia 5.x], Publ. June 30, 2017, available at: <https://laravel.ru/docs/v5/> (in Russian).

8. Composer : Documentation, *Dependency Manager for PHP* : web-site, available at: <https://getcomposer.org/doc/>.

9. “Varnish: Documentation” [Varnish: Dokumentatsiia], Publ. October 21, 2014, available at: <http://php-include.ru/stati/dokumentaciya-varnish> (in Russian).

10. Documentation Gearman, *Gearman* : web-site, available at: <http://gearman.org/documentation/>.

AUTOMATIZED SYSTEM OF LARGE-SIZE CARGO REGISTRATIONS BASED ON DEVICES WITH LIMITED COMPUTING CAPABILITIES

I. M. Zhuravska

Petro Mohyla Black Sea National University

Abstract. *The article is devoted to the study of existing systems for registration, accounting, remote tracking of large-size cargo. The expensive hardware and software is a significant deterrent to the widespread implementation of such systems. The purpose of the study is the devising of similar but economical algorithm for a budgetary version of a automatized system based on devices with limited computing capabilities. In the developed algorithm the Sobel filter is used. The algorithm is supplemented with the function of preventing the registration by system of stationary non-moving objects. Devised system doesn't lose its abilities and data relevance in the absence of access to global resources (GPS-coordinates, Internet). The system is presented as a client-server application with a mobile interface for the user. The client part can installed to mobile device which collects data from outdoor Wi-Fi cameras or digital/video cameras embedded into drone or gadget. Also the article considers the process of setting up a personal server using a horizontal scaling (sharding) of the database to reduce the load on the server. Some practical aspects of the development of the system were considered, in particular, software at the remoted server, the functionality of the mobile application. The developed system was tested for the requirements of accounting for sea containers on board. If necessary, it is possible to supplement and expand the existing functions of the created automatized system.*

Keywords: *large-sized cargo registration, Sobel algorithm, digital camera, mobile device, client application, database, sharding.*

РЕГИСТРАЦИЯ ДВИЖУЩИХСЯ БОЛЬШЕРАЗМЕРНЫХ ГРУЗОВ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ УСТРОЙСТВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

И. Н. Журавская

Черноморский национальный университет имени Петра Могили

Аннотация. *Статья посвящена исследованию регистрации движения большегрузных грузов. Разработано клиент-серверное приложение с интерфейсом для регистраторов с ограниченными вычислительными возможностями (мобильных устройств, WiFi-камер, беспилотников и т. д.). Система протестирована на требования учета морских контейнеров на судне и на предотвращение ошибочной регистрации объектов. При необходимости возможно дополнение и расширение функций разработанной системы.*

Ключевые слова: *регистрация большегрузного груза, алгоритм Собеля, цифровая камера, мобильное устройство, клиентское приложение, база данных, шардинг.*

Отримано 01.11.2017



Журавська Ірина Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, докторант кафедри комп'ютерної інженерії Чорноморського національного університету імені Петра Могили. Вул. 68 Десантників, 10, Миколаїв, Україна, E-mail: irina.zhuravska@chmnu.edu.ua, тел. +38-067-912-34-57

Iryna Zhuravska, Ph.D. (Techn.), Associate Professor, Doctoral Student of the Department of Computer Engineering, Petro Mohyla Black Sea National University, 68 Desantnykiv str., 10, Mykolaiv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-8102-9854