

Крещенко Т. О., Ющенко Ю. О.

РОЗПІЗНАВАННЯ ВІЛЬНИХ МІСЦЬ ДЛЯ ПАРКУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ

У роботі розглянуто проблему паркування у великих містах, запропоновано систему розпізнавання вільних місць на паркувальних майданчиках із використанням комп'ютерного зору. Розроблено алгоритм визначення зайнятості паркомісць і архітектуру системи. Розглянуто можливі проблеми під час навчання моделі комп'ютерного зору для побудови подібних систем.

Ключові слова: паркування, розумне паркування, vehicle detection, штучний інтелект, машинне навчання, глибинне навчання, комп'ютерний зір, Mask R-CNN.

Вступ

У сучасному світі, де майже в кожній сім'ї є свій автомобіль, проблема паркування відіграє надзвичайно важливу роль. Паркування є одним із найважливіших факторів у сучасній транспортній інфраструктурі, адже воно дає змогу економити час для водіїв і пасажирів, підвищувати рівень комфорту й безпеки поїздок. В Україні це питання є особливо актуальним, оскільки саме зараз ми проходимо через процес удосконалення інфраструктури паркування.

У роботі проаналізовано актуальність проблеми паркування у світі та в Україні й обґрунтовано актуальність задачі автоматичного визначення місця для паркування.

До основних результатів належить розробка архітектури системи та алгоритму глибинного навчання для визначення вільних для паркування місць.

1. Актуальність проблеми паркування

1.1. Щораз більший тренд використання автомобілів

Можливість швидко й комфортно пересуватися на великі відстані є невід'ємною частиною життя в XXI столітті. В цьому відіграють ключову роль автомобілі, адже вони дають можливість своїм власникам не бути прив'язаними до графіків руху публічного транспорту, не перейматися за чистоту і комфорт поїздки, відчувати справжню свободу і незалежність.

У минулому столітті в провідних країнах світу відбувалася популяризація володіння автівками серед населення. Це зумовило розвиток автомобільної інфраструктури, що своєю чергою

привело до ще більшого зростання кількості приватних авто. На сьогодні в найрозвиненіших країнах володіння власним авто є соціальною нормою. Зокрема, в США в середньому припадає майже дві автівки на одну сім'ю (див. рис. 1) [7].

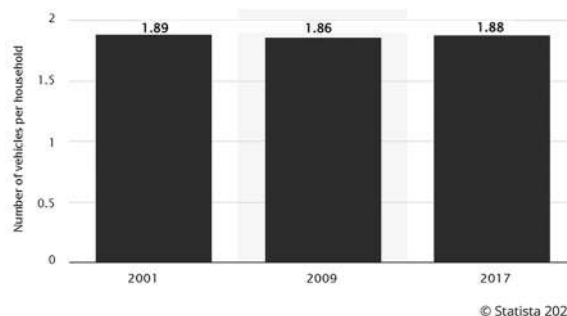


Рис. 1. Кількість транспортних засобів на сім'ю в США з 2001 до 2017 р., Statista

В Україні цей процес відбувається повільніше, відповідно, кількість автомобілів є набагато меншою. Проте з кожним роком неухильно зростає кількість українців, які користуються автомобілями. Станом на березень 2021 р. в середньому 245 із 1000 українців володіли авто. При цьому, для великих міст це число є вищим: в Києві – столиці України – він становить 407 авто на 1000 людей [1]. Цей показник наближається до рівня провідних європейських країн.

Проте для забезпечення комфортного життя водія міста мають бути певним чином адаптовані. Оскільки провідні країни світу, як-от США, пройшли через це набагато раніше, у них відбувся процес покращення автомобільної інфраструктури. Це передбачає багато речей, наприклад покращення якості доріг та їх ремонт, планування трафіку задля балансування завантаженості доріг. Однак є ще один фактор, який є не

менш важливим, – зручність і доступність паркування.

1.2. Важливість паркувальних майданчиків у сучасній транспортній інфраструктурі

Проблема паркування є надзвичайно важливою. Кожна поїздка має рано чи пізно закінчитися, і можливість швидко, зручно й безпечно припаркуватися є успішним фіналом комфортного руху. Якщо такої можливості немає, водієві доводиться витратити зайвий час, паркуватися в незручному місці або нехтувати безпекою.

Зважаючи на збільшення кількості автівок у місті, постає запитання, чи достатньо нинішньої паркувальної інфраструктури. На перший погляд може здатися, що діє просте правило: чим більше автомобілів – тим більше потрібно паркомісць. Однак споруджування більшої кількості паркувальних майданчиків знижує щільність міста, що, як пише Мар'яна Матвейчук в журналі «Хмарочос», «стимулює подальше використання автомобілів, адже відстані збільшуються» [2]. Зокрема, це можна спостерігати в США.

З іншого погляду, важливим також є питання ціни на паркування. Всім подобається ідея безкоштовного паркування. Проте виставлення певної ціни є ефективним способом вирішити проблему перевантаженості місць для паркінгів. Якщо виставити вищу ціну на паркування в сильно завантаженому районі міста, то відповідними майданчиками користуватимуться лише ті, хто справді потребує ставити авто в цьому районі. Крім того, мешканці, що не хочуть або не можуть платити за паркування, більше користуватимуться публічним транспортом, що знизить завантаженість доріг. Також треба зазначити, що кошти, сплачені за паркування, можуть піти на подальше покращення інфраструктури міста, та, відповідно, підвищення комфорту населення. Відомий американський інженер і професор у сфері містобудування Дональд Шоуп у своїй книжці «The High Cost of Free Parking» детально досліджує проблеми безкоштовного паркування та його негативний вплив на суспільство [10].

1.3. Стан паркувальної інфраструктури в Україні

Хоч як це прикро, однак українські водії звикли не платити за паркування. Доволі довгий час створювати платні майданчики просто не було сенсу, оскільки кількість водіїв була незначною. З часом почали з'являтися приватні платні паркувальні майданчики, як правило, біля популяр-

них місць, пропонуючи тим, хто ладен заплатити, додаткову безпеку та зручність. Із поступовим збільшенням кількості автівок на дорогах України зрештою почали виникати проблеми з перевантаженістю паркомісць. Зокрема, найбільш яскравим прикладом є місто Київ, у якому, як зазначено, є найбільше автомобілів на душу населення в Україні.

У 2007 році в Києві було засновано комунальне підприємство «Київтранспарксервіс», завданням якого, окрім проектування та будівництва паркінгів, було введення в дію автоматизованої системи сплати за паркування. Однак багато років частина водіїв, які справді сплачували паркування, була мізерною. Станом на 2020 р. їхня частка становила лише 10 % [2]. Унаслідок у багатьох районах міста дуже складно було знайти вільне паркомісце, оскільки більшість були вже зайняті без оплати за нього.

Проте в 2021 р. ситуація почала змінюватися. Було запущено мобільний додаток «Київ Цифровий», однією з функцій якого є онлайн-оплата й бронювання паркування. Також усе частіше почали штрафувати водіїв за несплату. Це створило умови, в яких краще кілька разів натиснути на екрані телефона, ніж ризикувати й отримати штраф. У жовтні 2021 р. через цей додаток кияни сплатили на третину більше, ніж у вересні того ж року [3]. А в січні 2022-го загалом було сплачено у 80 разів більше, ніж у січні 2021 р. [4].

Отже, зі зростанням кількості автомобілів проблема паркування стає дедалі актуальнішою. Виникає потреба покращити паркувальну інфраструктуру, що може передбачати збільшення кількості майданчиків, встановлення плати за паркування, а також автоматизацію тих чи тих процесів. Створення інформаційної системи паркування – це чудовий спосіб покращити зручність паркування без значних витрат на обладнання нових майданчиків, що також потребує виділення ділянок у щільно зайнятих районах міста.

1.4. Обґрунтування доцільності

Один зі способів автоматизації процесу паркування – це створення застосунку для відслідковування вільних і зайнятих місць на паркувальних майданчиках у режимі реального часу. Такий застосунок надаватиме можливість у будь-який момент часу дізнатися про реальний стан на майданчиках, а саме: кількість вільних місць, які місця вільні і які зайняті, й навіть переглянути фото вільного місця для паркування. До того ж така система досить легко масштабу-

ється: щоб приєднати новий майданчик до системи, потрібно лише встановити камеру, що бачить усі паркомісця, під'єднати її до системи й позначити координати паркомісць на кадрі.

По-перше, такий застосунок був би неймовірно корисним безпосередньо для водіїв, адже, маючи можливість швидко отримати реальну картину на паркувальних майданчиках, набагато легше планувати поїздки та час. Це дасть змогу запобігти ситуації, коли після приїзду неможливо знайти вільне місце, бо всі місця неочікувано зайняті, що призводить до великої втрати часу водія та пасажирів.

По-друге, для власників паркінгів така система також надає низку переваг. Гнучкість щодо приєднання нових майданчиків допоможе зекономити доволі багато часу. Можливість перевіряти камери в режимі реального часу спрощує процес перевірки оплати та визначення порушників. Це частково автоматизує роботу інспекторів паркувальних майданчиків. І нарешті, якщо дані про стан паркінгу будуть доступними для водіїв, це однозначно підвищить рейтинг паркінгу та приверне увагу більшої кількості клієнтів. А якщо додати можливість аналізувати погодинну завантаженість паркувального майданчика, з'являється можливість з'ясувати, в яких районах міста які години є найбільш напруженими. Вочевидь ця система сприятиме збільшенню добової завантаженості майданчика.

У наступних розділах описано розроблені архітектуру системи та алгоритм розпізнавання зайнятості паркомісць.

2. Алгоритм розпізнавання зайнятості паркомісць

2.1. Загальний опис

Для реалізації цієї системи потрібен алгоритм, який приймає на вхід конфігурацію камери й один кадр із відео та повертає для кожного паркомісця 0 або 1, відповідно вільне місце або зайняте (див. рис. 2). Це такий собі модуль або функція, що являє собою «ядро системи», логіку розпізнавання зайнятості паркомісць. У цьому

розділі проаналізовано різні можливі варіанти його реалізації і вибрано найкращий.

2.2. Розпізнавання авто на зображенні

Щоб визначити, чи паркомісце зайняте, треба перевірити, чи є на ньому автомобіль. Для цього потрібно розв'язати проблему розпізнавання об'єктів на зображенні, а саме – розпізнавання авто. Іншими словами, це задача комп'ютерного зору (англ. Computer vision). На сьогодні галузь комп'ютерного зору є доволі розвинутою. Існує декілька гарних датасетів для розпізнавання різних об'єктів, зокрема автомобілів. Один із найвідоміших – COCO (Common Objects in Context).

Отже, один із варіантів розв'язання цієї задачі – навчити алгоритм глибинного навчання на вибраному датасеті. На сьогодні існує доволі велика кількість алгоритмів глибинного навчання. Серед більш класичних можна виділити гістограму напрямлених градієнтів (більш відома як HOG – Histogram of Oriented Gradients), яка є доволі швидким, але не дуже точним алгоритмом, оскільки погано справляється з орієнтацією об'єктів. Цей алгоритм більше підійшов би для розпізнавання людей на зображенні.

Також доволі відомими й популярними є згорткові нейронні мережі, або CNN (Convolutional Neural Network). Хоч вони працюють з об'єктами з різною орієнтацією набагато краще, ніж HOG, для навчання такої моделі потрібно набагато більше даних.

Серед новіших алгоритмів є сім'я моделей під назвою R-CNN (Region Based CNN), тобто згорткові нейронні мережі на основі регіонів. Вони відрізняються тим, що замість того, щоб поступово зсувати вікно-детектор зображення, визначають ділянки інтересу, до яких потім застосовують нейронну мережу. Більш сучасні варіації R-CNN – це Fast R-CNN, Faster R-CNN і Mask R-CNN. Останній є найсучаснішим алгоритмом, який добре підходить до окресленої задачі.

Варто зазначити, що навчати власну модель не є обов'язковим, оскільки існують уже моделі, навчені іншими людьми, що поширили свої ре-



Рис. 2. Схема алгоритму

зультати в інтернеті. Зокрема, компанія Matterport має у відкритому доступі репозиторій із Mask R-CNN, навченою саме на датасеті COCO [9]. З іншого боку, використання чужої моделі не дає можливості покращувати модель у разі, якщо не досягли необхідної точності класифікації. Проблеми реалізації запропонованої моделі розглянуто в четвертому розділі.

2.3. Автоматичне визначення розташування паркомісць

Після приєднання камери до застосунку потрібно визначити координати паркувальних місць на зображеннях із камери. Можливо визначати вручну межі паркомісць одне за одним, проте є більш елегантний спосіб. Для цього потрібно визначити, на яких місцях упродовж певного тривалого часу стоять авто. Тобто можна застосувати функцію автоматичного визначення розташування паркомісць на камері, яка аналізуватиме відео з камери впродовж доби, та визначить регіони, на яких було розпізнано авто щонайменше десять хвилин поспіль.

Проте ця функція лише частково автоматизує поставлену задачу, адже можуть бути паркомісця, на яких жодна машина не припаркувалася впродовж доби. Так чи так, ця задача потребує введення даних вручну. Іншими словами, має інтерфейс адміністратора, який дає змогу перевірити, відкоригувати або додати межі, що визначають паркомісце.

2.4. Визначення зайнятості паркомісця

Розроблено процедуру отримання масиву багатокутників (меж паркомісць), передбачено функцію знаходження автівок на зображенні. Залишається визначити, чи розпізнані авто розташовані на паркомісці. Для цього можна використати міру Жаккара, також відому як відношення перетину до об'єднання (англ. Intersection over Union, IoU), яка зможе порівняти межі автівок і межі паркомісць. Чим вища міра Жаккара, тим більший перетин меж, і відповідно, більша вірогідність, що авто стоїть на паркомісці.

3. Архітектура системи

У цьому розділі описано архітектуру системи визначення вільних паркомісць, яка складається з трьох підсистем: серверної частини, клієнтської частини для водіїв і клієнтської частини для адміністраторів.

3.1. Серверна частина

Серверна частина реалізовує API, що доступний для клієнтської частини водія та адміністратора. Вона в режимі реального часу отримує відеодані з під'єднаних відеокамер і застосовує раніше розроблений алгоритм для визначення, які паркомісця є вільними, а які – зайнятими. Також сервер зберігає певну статистику, а саме історію заповненості майданчиків для паркування.

Залежно від потужності сервера й кількості камер, частоту отримання кадрів можна варіювати. Щоб зменшити кількість необхідних обчислень, частоту можна зменшити до, наприклад, кожних п'яти секунд; а щоб збільшити точність станів паркомісць, потрібно навпаки збільшити частоту.

Для зберігання поточного стану всіх паркувальних місць потрібно використовувати базу даних (БД), що зберігає дані в оперативній пам'яті, наприклад Redis. Тоді часті оновлення та запити даних відбуватимуться швидко, оскільки операції з оперативною пам'яттю відбуваються набагато швидше, ніж дискові операції. До того ж, для поставленої задачі не є необхідним зберігати дані постійно.

Для зберігання постійних даних, таких як межі паркомісць або історія заповнення майданчиків для паркування, можна використовувати реляційну БД.

3.2. Клієнтська частина для водіїв

Ця частина може бути як вебсайтом, так і мобільним додатком. Її функціонал передбачає:

- показ мапи з доступними паркувальними майданчиками;
- перегляд даних про окремих паркувальних майданчик: кількість вільних і зайнятих місць, фото майданчика, історія заповненості.

Для виконання кожного завдання подають запит на API сервера й отримують потрібні дані.

3.3. Клієнтська частина для адміністраторів

Ця частина являє собою інтерфейс, що дає змогу адміністраторові виконувати такі операції:

- корегування меж паркомісць на камерах;
- приєднання нових камер до системи.

3.4. Загальна архітектура

На рис. 3 зображено діаграму архітектури системи. Стрілками позначено передавання даних мережею.

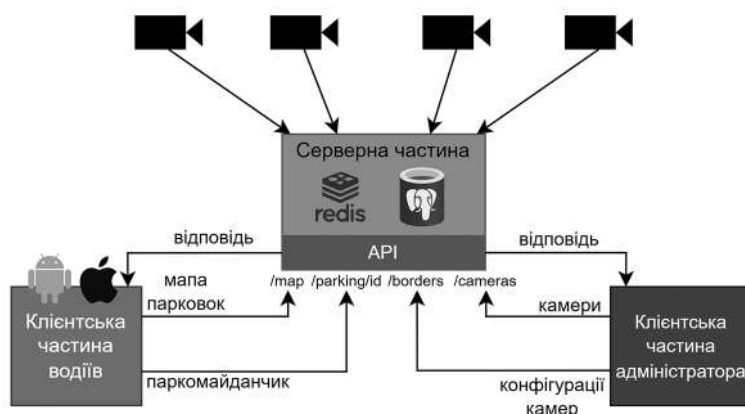


Рис. 3. Діаграма архітектури застосунку

4. Проблеми реалізації моделі комп'ютерного зору

Система розпізнавання вільних місць для паркування може складатися з великої кількості модулів, але основною проблемою є класифікація паркомісць на вільні й зайняті. Раніше було запропоновано ідею використання наявної моделі для розпізнавання авто. Проте можна припустити, що досягти високої точності за її допомогою неможливо, оскільки цю модель створено для загальних потреб і не оптимізовано для задачі класифікації паркувальних місць. Застосунок, що відслідковує зайнятість паркомісць, повинен мати достатньо високу точність класифікації.

Пауло де Алмеїда та ін. зробили досить детальний огляд наявних публічних датасетів, які створені спеціально для проблеми керування паркувальними майданчиками з використанням комп'ютерного зору, а також наукових праць, де згадано ці датасети [6]. Вони визначили критерій відбору датасетів, відкидаючи ті, що не підходять для вирішення реальних проблем. У результаті було обрано лише три: PKLot, CNRPark-EXT і PLds. Згідно з аналізом згаданих авторів, у цих датасетах міститься доволі мала кількість фото зі снігом, а також уночі. Це може створити проблему для навчання моделі, яка повинна працювати надійно завжди. Можливим рішенням цієї проблеми може бути використання датасетів із галузі розпізнавання транспорту (Vehicle Detection), кількість яких є значно більшою.

Також де Алмеїда та ін. порівняли точність реалізації моделей на основі виділення ознак і глибинного навчання (рис. 4). Наведено показники точності у трьох випадках:

- Single Park. Lot – фото з навчальної і тестової вибірок належать одному паркомісцю та ракурсу камери;
- Angle Change – ракурс камери відрізняється;
- Park. Lot Change – навчальна і тестова вибірки містять фото з різних паркомісць.

Можна зауважити, що якщо навчання моделі відбувається не на паркомісцях, для яких модель створюють, то в разі застосування глибинного навчання точність падає з 97,6 % до 93,55 %. Тож можна припустити, що для досягнення високої точності потрібно навчати модель на фото саме з майданчиків для паркування, які і будуть класифікуватися моделлю. Можливим розв'язанням цієї проблеми може бути застосування поступового навчання (Incremental Learning). Одразу після встановлення камери на новій локації точність класифікації може бути доволі низькою, однак вона покращуватиметься з часом.

Застосування поступового навчання до проблеми розпізнавання зайнятості паркомісць потребує подальших досліджень.

Висновки

Питання паркування в Україні виявилось надзвичайно актуальним, оскільки саме минулого року почався стрімкий процес розв'язання про-

Approach	Single Park. Lot	Angle Change	Park. Lot Change
Feature extraction-based	94.4% (6)	87.0% (1)	84.4% (2)
Deep learning-based	97.6% (7)	93.4% (8)	93.7% (8)
Average	96.1%(13)	92.7%(9)	91.8%(10)

Рис. 4. Середня точність підходів виділення ознак і глибинного навчання (цифри в дужках означають кількість урхованих робіт)

блеми паркування в Києві. Було проаналізовано доцільність і корисність системи, що розпізнає вільні та зайняті паркувальні місця з відеокамер у реальному часі. Окрім того, що така система може покращити життя водіїв і зекономити їхній час, вона також може бути дуже корисною і зручною для власників паркувальних майданчиків.

Основні результати роботи полягають у розроблених архітектурі системи та алгоритмі глибинного навчання для визначення вільних місць для паркування.

Було розглянуто можливі проблеми при навчанні моделі комп'ютерного зору для побудови запропонованого застосунку. Запропоновано ідею використання датасетів не лише для розпіз-

навання паркомісць, а й для розпізнавання транспорту, щоб збільшити кількість навчальних даних, зокрема з різними погодними умовами. Також було запропоновано застосувати поступове навчання для підвищення точності моделі під час використання системи.

Ідею системи відслідковування вільних паркомісць можна і надалі вдосконалювати. Зокрема, як інтерфейс водія може бути використано не лінійний список паркувальних майданчиків або мапи з ними, а інтерфейс, що базується на багатовимірному впорядкуванні [5], оскільки кожен майданчик може мати багато властивостей, наприклад відстань до водія, кількість вільних місць, рейтинг тощо.

Список літератури

1. В Києве уровень автомобилизации превысил 400 авто на 1000 жителей. Когда будет как в Европе? [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу: <https://www.autoconsulting.com.ua/article.php?sid=48496>.
2. Матвейчук М. Раз і назавжди: чому центру Києва не потрібно більше парковок? [Електронний ресурс] / М. Матвейчук. – 2020. – Режим доступу: <https://hmarochos.kiev.ua/2020/03/06/raz-i-nazavzhdy-chomu-tsentru-kyyeva-ne-treba-bilshe-parkovok/>.
3. Суховський С. У жовтні у Києві сплатили паркування на 2,3 млн грн і оштрафували на 4,5 млн грн [Електронний ресурс] / С. Суховський. – 2021. – Режим доступу: <https://thepage.ua/ua/auto/news/u-zhovtni-u-kiyevi-splatili-parkuvannya-na-23-mln-grn-i-ovipisav-shtrafiv-na-45-mln-grn>.
4. У січні цього року кияни сплатили за паркування у 80 разів більше, ніж у січні минулого року [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу: <https://kyivcity.gov.ua/news/u-sichni-tsogo-roku-kiyani-splatili-za-parkuvannya-u-80-raziv-bilshe-nizh-u-sichni-minulogo-kostyantyn-usov/>.
5. Ющенко Ю. О. Багатовимірне впорядкування та його використання для вдосконалення інтерфейсу користувачів інформаційних систем / Ю. О. Ющенко // Наукові записки НаУКМА. Комп'ютерні науки. – 2018. – Т. 1. – С. 10–13. <https://doi.org/10.18523/2617-3808.2018.10-13>
6. A Systematic Review on Computer Vision-Based Parking Lot Management Applied on Public Datasets / P. R. L. de Almeida, J. H. Alves, R. S. Parpinelli, J. P. Barddal // Expert Systems with Applications. – 2022. – Vol. 198, No. 116731. <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116731>
7. Carlier M. Number of vehicles per household in the United States from 2001 to 2017 [Electronic resource] / M. Carlier. – 2021. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/551403/number-of-vehicles-per-household-in-the-united-states/>.
8. Geitgey A. Snagging Parking Spaces with Mask R-CNN and Python [Electronic resource] / A. Geitgey. – 2019. – Mode of access: <https://medium.com/@ageitgey/snagging-parking-spaces-with-mask-r-cnn-and-python-955f2231c400>.
9. Mask R-CNN for object detection and instance segmentation on Keras and TensorFlow [Electronic resource]. – Mode of access: https://github.com/matterport/Mask_RCNN.
10. Shoup D. C. The High Cost of Free Parking: Updated Edition / D. C. Shoup. – Routledge, 2017. – 808 p.

References

- AUTO-Consulting. (2021, March 16). V Kieve uroven avtomobilizatsiyi prevysil 400 avto na 1000 zhytelei. Kogda budet kak v Evrope? <https://www.autoconsulting.com.ua/article.php?sid=48496> [in Russian].
- Carlier, M. (2021, August 4). *Number of vehicles per household in the United States from 2001 to 2017*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/551403/number-of-vehicles-per-household-in-the-united-states/>.
- de Almeida, P. R. L., Alves, J. H., Parpinelli, R. S., Barddal, J. P. (2022). A Systematic Review on Computer Vision-Based Parking Lot Management Applied on Public Datasets. *Expert Systems with Applications*, 198 (116731). <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116731>
- Geitgey, A. (2019, January 22). *Snagging Parking Spaces with Mask R-CNN and Python*. Medium. <https://medium.com/@ageitgey/snagging-parking-spaces-with-mask-r-cnn-and-python-955f2231c400>.
- Matterport. (2019, April 1). *Mask R-CNN for object detection and instance segmentation on Keras and TensorFlow*. GitHub. https://github.com/matterport/Mask_RCNN.
- Matveichuk, M. (2020, March 6). *Raz i nazavzhdy: chomu tsentru Kyieva ne potribno bilshe parkovok?* Hmarochos. <https://hmarochos.kiev.ua/2020/03/06/raz-i-nazavzhdy-chomu-tsentru-kyyeva-ne-treba-bilshe-parkovok/> [in Ukrainian].
- Ofitsiyniy portal Kyieva. (2022, February 3). *U sichni tsoho roku kiyani splatily za parkuvannya u 80 raziv bilshe, nizh u sichni mynuloho roku*. <https://kyivcity.gov.ua/news/u-sichni-tsogo-roku-kiyani-splatili-za-parkuvannya-u-80-raziv-bilshe-nizh-u-sichni-minulogo-kostyantyn-usov/> [in Ukrainian].
- Shoup, D. C. (2017). *The High Cost of Free Parking: Updated Edition*. Routledge.
- Sukhovskiy, S. (2021, November 4). *U zhovtni u Kyievi splatily parkuvannya na 2,3 mln hrn i oshtrafuvaly na 4,5 mln hrn*. The Page. <https://thepage.ua/ua/auto/news/u-zhovtni-u-kiyevi-splatili-parkuvannya-na-23-mln-grn-i-ovipisav-shtrafiv-na-45-mln-grn> [in Ukrainian].
- Yuschenko, Yu. (2018). Bahatovymime vporiadkuvannya ta yoho vykorystannya dlia vdoskonalennia interfeisu korystuvachiv informatsiinykh system. *Naukovi zapysky NaUKMA. Kompiuterni nauky*, 1, 10–13 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.18523/2617-3808.2018.10-13>

T. Kreshchenko, Yu. Yushchenko

PARKING SPOT OCCUPANCY CLASSIFICATION USING DEEP LEARNING

In today's world, where a car is present in almost every family, the parking problem plays an extremely important role. Parking is one of the most important factors in modern transport infrastructure, because it allows to save the time of both drivers and passengers, to increase the level of comfort and safety of road trips. In Ukraine, this problem is especially relevant, since nowadays it is going through the process of improving its parking infrastructure.

The paper examines the problem of parking in large cities, proposes a system for recognizing occupancy of parking spots using computer vision. Such system would use camera feed to track the occupancy of each parking space within a slot. Its benefits would include ease of scalability, saving time of drivers and passengers, automation of parking payment and detection of unpaid parkings. In addition, it makes it possible to easily collect statistics about the busyness of various areas throughout the day or week.

The paper also describes the algorithm of classifying the parking spot, as well as a possible architecture that the system may have.

Possible problems in training a computer vision model for building the proposed system are considered. Firstly, the available parking datasets are lacking images collected in snow conditions or during nighttime. The hypothesized solution is to use vehicle detection datasets, the number of which that are publicly available is considerably bigger. Another problem is that classification accuracy drops drastically when using different images in train and test dataset. The hypothesized solution here is to apply incremental learning to improve the model as it is being used in a real-life scenario.

Keywords: parking, smart parking, vehicle detection, artificial intelligence, machine learning, deep learning, computer vision, Mask R-CNN.

Матеріал надійшов 18.07.2022



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)