

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2021-44-15>

УДК 629.3:656:004

Козак Євген Борисович, магістр в галузі комп'ютерних наук, розробник програмного забезпечення, інженер-програміст GAN Inc.

ПРОГРАМНІ МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У РАМКАХ КОНЦЕПЦІЇ INTERNET OF VEHICLES

Козак Є. Б. Програмні методи організації транспортних потоків у рамках концепції Internet of Vehicles. У статті розглянуто програмні методи організації транспортних потоків у рамках концепції IoV. Розкрито сутність поняття «Інтернет речей» та «Інтернет транспортних засобів». Сформовано принципи взаємодії та послідовність. Наголошено, що Інтернет транспортних засобів складається із засобів, що є взаємодіючими між собою, а також з портативних пристроїв, які перевозяться пішоходами, придорожніх блоків та загальнодоступних мереж, що використовують принцип з'єднання транспортний засіб до транспортного засобу, від транспортного засобу до дороги, взаємозв'язок транспортний засіб – людина та транспортний засіб – датчик, створюючи тим самим соціальну мережу, де учасники є раціональними об'єктами, а не людьми. Наведено типову архітектуру Інтернету транспортних засобів, що складається з трьох рівнів: сприйняття, мережевого та прикладного. Та детально описано принципи реалізації та взаємодії зазначених рівнів як у рамках системи в цілому так і окремо на кожному етапі. Запропоновано абстрактну архітектуру Інтернету транспортних засобів та визначено принципи роботи та взаємодії головних блоків системи. Підкреслено, що бортовий блок представляє собою транспортні засоби на дорозі, а дорожній блок – дорожно-транспортні інфраструктури, які взаємопов'язані за допомогою Інтернету. Наголошено, що головною умовою дії системи є приналежність кожного окремого транспортного засобу домогосподарству та наявність базового блоку, до якого всі транспортні засоби та інші пристрої підключені через Інтернет речей. Запропоновано механізми забезпечення конфіденційності Інтернету транспортних засобів, як окремо діючої системи. Підкреслено, що конфіденційність підтримується шляхом розподілу типів вмісту на: приватний, захищений та публічний. Інформація приватного типу доступна лише власнику транспортного засобу. Сформовано перелік програмних методів які діють щодо реалізації IoV та описано головні проблеми, що стоять перед IoV.

Ключові слова: програмний метод, концепція, транспортний потік, організація, Інтернет транспортних засобів.

Козак Е. Б. Програмные методы организации транспортных потоков в рамках концепции Internet of Vehicles. В статье рассмотрены программные методы организации транспортных потоков в рамках концепции IoV. Раскрыта сущность понятия «Интернет вещей» и «Интернет транспортных средств». Сформированы принципы взаимодействия и последовательность. Отмечено, что Интернет транспортных средств состоит из средств, которые являются взаимодействующими между собой, а также с портативных устройств, которые перевозятся пешеходами, придорожных блоков и общедоступных сетей, использующих принцип соединения транспортное средство до транспортного средства, от транспортного средства до дороги, взаимосвязь транспортное средство – человек и транспортное средство – датчик, создавая тем самым социальную сеть, где участники являются рациональными объектами, а не людьми. Приведена типичная архитектура Интернета транспортных средств, состоящая из трех уровней: восприятия, сетевого и прикладного. И подробно описаны принципы реализации и взаимодействия указанных уровней как в рамках системы в целом так и отдельно на каждом этапе. Предложена абстрактная архитектура Интернета транспортных средств и определены принципы работы и взаимодействия главных блоков системы. Подчеркнуто, что бортовой блок представляет собой транспортные средства на дороге, а дорожный блок – дорожно-транспортные инфраструктуры, которые взаимосвязаны с помощью Интернета. Отмечено, что главным условием действия системы есть принадлежность каждого отдельного транспортного средства домохозяйству и наличие базового блока, к которому все транспортные средства и другие устройства подключенные через Интернет вещей. Предложены механизмы обеспечения конфиденциальности Интернета транспортных средств, как отдельно действующей системы. Подчеркнуто, что конфиденциальность поддерживается путем распределения типов контента на: частный, защищенный и публичный. Информация частного типа доступна только владельцу транспортного средства. Сформирован перечень программных методов которые действуют по реализации IoV и описаны главные проблемы, стоящие перед IoV.

Ключевые слова: программный метод, концепция, транспортный поток, организация, Интернет транспортных средств.

Kozak Yevhen. Software methods for organizing traffic flows within the concept of internet of vehicles. The article considers the software methods of organizing traffic flows within the concept of IoV. The essence of the concept of "Internet of Things" and "Internet of Vehicles" is revealed. The principles of interaction and sequence are formed. It is emphasized that the Internet of vehicles consists of vehicles that interact with each other, as well as portable devices that are transported by pedestrians, roadside blocks and public networks that use the principle of connecting the vehicle to the vehicle, from vehicle to road, the relationship vehicle - man and vehicle - sensor, thus creating a social network where participants are rational objects, not people. The typical architecture of the Internet of vehicles, consisting of three levels: perception, network and application, is given. But the principles of implementation and interaction of these levels are described in detail both within the system as a whole and separately at each stage. The abstract architecture of the Internet of vehicles is offered and the principles of work and interaction of the main blocks of system are defined. It is emphasized that the on-board unit is a vehicle on the road, and the road unit is a road infrastructure that is interconnected via the Internet. It is emphasized that the main condition of the system is that each individual vehicle belongs to the household and the presence of a base unit to which all vehicles and other devices are connected via the Internet of Things. Mechanisms for ensuring the confidentiality of the Internet of vehicles as a separate system are proposed. It is emphasized that confidentiality is maintained by dividing the types of content into: private, secure and public. Private information is only available to the vehicle owner. The list of software methods that apply to the implementation of IoV is formed and the main problems facing IoV are described.

Key words: software method, concept, traffic flow, organization, The Internet of Vehicles.

Вступ та постановка проблеми дослідження. Зі збільшенням міського населення та швидким розширенням міст, право власності на транспортні засоби швидко зростає. Також спостерігається збільшення кількості електромобілів, як повністю електричних, так і роз'ємних гібридів. Існує потреба у покращенні комунікацій та взаємозв'язку між цими транспортними засобами через їхню мобільність. Оскільки транспортні засоби еволюціонують від простих транспортних засобів до розумних об'єктів, що мають можливості зондування та зв'язку, вони стають невід'ємною частиною розумного міста. Розумні транспортні засоби демонструють п'ять характеристик: самокерування, безпечне водіння, соціальне водіння, електромобілі та мобільні додатки [1]. Інтернет речей (IoT) – це глобальна мережа, що з'єднує розумні об'єкти та дає їм можливість взаємодіяти між собою [2]. Коли ці розумні об'єкти, що підключаються через Інтернет, є виключно транспортними засобами, тоді IoT стає Інтернетом транспортних засобів (IoV). Таким чином, IoV – це розширене застосування IoT в інтелектуальному транспорті. Передбачається, що він стане основною платформою зондування та обробки даних для інтелектуальних транспортних систем. Транспортний засіб буде сенсорною платформою, яка поглинає інформацію з навколишнього середовища, інших транспортних засобів, від водія та використовує її для безпечної навігації, контролю забруднення та управління дорожнім рухом. Інтернет транспортних засобів складається з транспортних засобів, які взаємодіють між собою, а також з портативних пристроїв, які перевозяться пішоходами, придорожніх блоків та загальнодоступних мереж, що використовують V2V (транспортний засіб до транспортного засобу), V2R (від транспортного засобу до дороги), взаємозв'язок V2H (транспортний засіб – людина) та V2S (транспортний засіб – датчик), створюючи тим самим соціальну мережу, де учасники є раціональними об'єктами, а не людьми. Це призводить до появи соціального Інтернету транспортних засобів (IoV). IoV є, по суті, транспортним прикладом соціального IoT. IoV можна розглядати як надмножину транспортної спеціальної мережі (VANET), яка походить від мобільної спеціальної мережі (MANET). Це розширює масштаби, структуру та програми VANET [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні, питання аналізу та застосування програмних методів організації транспортних потоків у рамках концепції IoV вивчало чимало науковців. Т. М. Постранський, М. В. Бойків, М. О. Афонін та Р. Б. Рогальський [4] здійснили обґрунтування вибору схеми організації руху на перехресті з урахуванням складу транспортного потоку. Отримані результати вказують на тісний зв'язок між відносним складом потоків за типами транспортних засобів та показниками черг та затримок в межах перехрестя. Відповідно до результатів, отримано математичні залежності, які характеризують цей зв'язок. Встановлено, що вибір схеми організації дорожнього руху на перехрестях повинен проводитись із врахуванням складу транспортного потоку, оскільки кожен вид регулювання по-своєму ефективний для того чи іншого випадку. Особливості експлуатації транспорту загального призначення в технологіях інтелектуальних транспортних систем розкрили В.В. Рудзінський, В.П. Шумляківський, О.В. Рудзінська та Г.В. Савченко [5]. Науковцями розглянуто особливості функції технологічних процесів щодо управління роботою транспорту загального призначення в умовах інтелектуальних транспортних систем. Встановлено ознаки об'єднання груп сервісів домену щодо організації процесів пасажирських перевезень громадським транспортом та напрямки формування й створення умов ефекту в цих процесах. Із зарубіжних авторів варто відзначити такі роботи як: Yu, Q., Zhou, Y. [6], R. Zhang, R. Xue, L. Liu, and L. Zheng [7], J. Contreras-Castillo, S. Zeadally, and J. Guerrero-Ibañez [8], Xi, X., ZhaoCheng, H., WenBo, S., ZhanQiu, C., JunFeng, G. [9], D. Pouliot and C. V. Wright. [10], J. Kang et al. [11], T. Hoang, A. Yavuz, and J. Guajardo [12] та інші. Незважаючи на масштабність наукових досліджень за темою роботи, питання аналізу програмних методів організації транспортних потоків у рамках концепції IoV є актуальним та потребує детального опрацювання.

Постановка завдання. Здійснити дослідження програмних методів організації транспортних потоків у рамках концепції IoV.

Викладення основного матеріалу дослідження. Типова архітектура IoV складається з трьох рівнів, як показано на рисунку 1:

Рівень сприйняття: цей рівень включає всі датчики в транспортному засобі, які збирають екологічні дані та виявляють конкретні цікаві події, такі як схеми руху та ситуації на дорозі при русі транспортного засобу, умови навколишнього середовища тощо. Він також має можливість ідентифікації радіочастот, сприйняття супутникового позиціонування, дорожнє середовище сприйняття, сприйняття положення транспортного засобу, сприйняття автомобіля та предметів тощо.

Мережевий рівень: це рівень зв'язку, який забезпечує підключення до таких мереж зв'язку, як G5, GSM, WLAN, WiMax, Wi-Fi та Bluetooth. Він підтримує різні режими бездротового зв'язку, такі як

Автомобіль до автомобіля (V2V), Автомобіль до інфраструктури (V2I), Автомобіль до пішохода (V2P) та Автомобіль до датчика (V2S). Прикладний рівень: цей рівень включає інструменти статистики, підтримку сховища та обробну інфраструктуру. Він відповідає за зберігання, аналіз, обробку та прийняття рішень щодо різних ризикових ситуацій, таких як затори на дорогах, негода тощо. Він представляє розумні програми, забезпечує безпеку руху, ефективність та мультимедійну інформаційно-розважальну систему. Для онлайн-присутності транспортних засобів кожен транспортний засіб повинен мати унікальний ідентифікаційний номер Інтернету. Автомобільний термінал глобальної ідентифікації (GID) лежить в основі IoV. Простіше кажучи, GID вирішує проблеми з радіочастотною ідентифікацією, які включають її односторонній характер, обмежений діапазон і покриття, відсутність швидкості, пасивну та нелогічну роботу. Що ще важливіше, GID надає транспортні засоби з «кіберномерами» або «кібер ID».

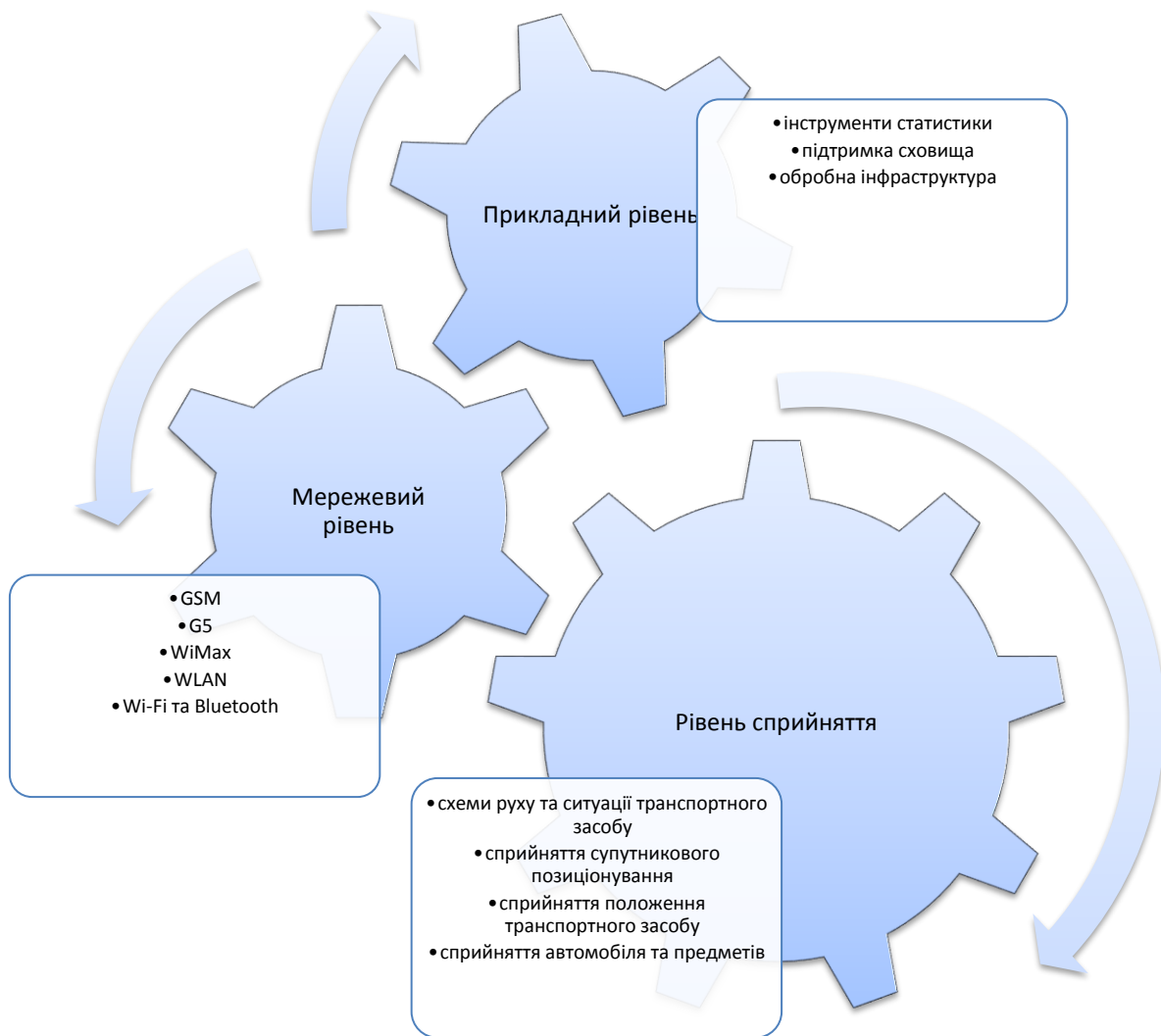


Рис.1. Типова архітектура IoV

Враховуючи модель VANET абстрактна архітектура IoV (рисунок 2) має певні блоки розподілу:
БРБ – бортовий блок;
ББ – базовий блок;
ДБ – дорожній блок.

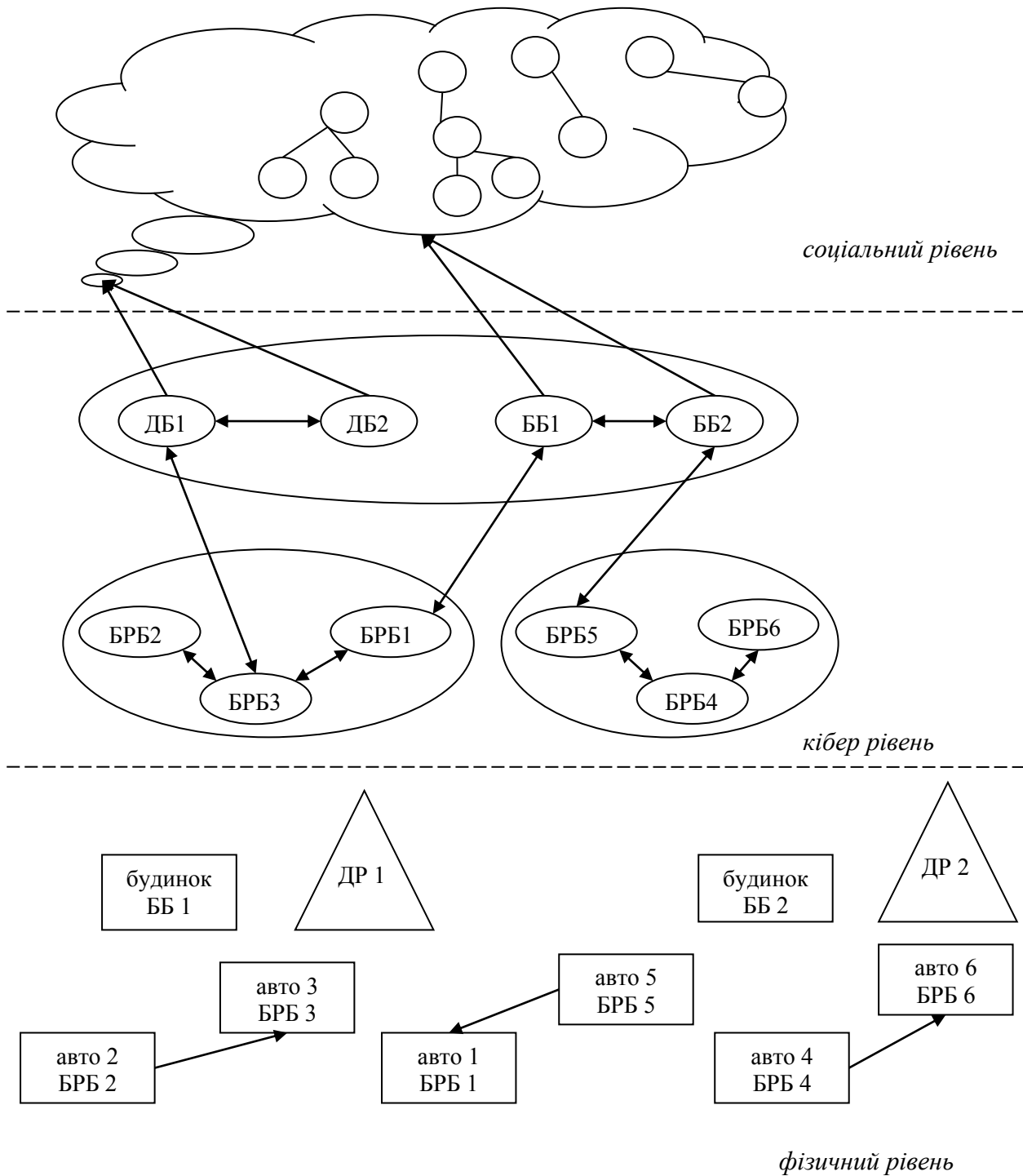


Рис.2. Абстрактна архітектура ІоV

Бортовий блок представляє собою транспортні засоби на дорозі, а дорожній блок – дорожно-транспортні інфраструктури, які взаємопов'язані за допомогою Інтернету. Бортовий блок використовує технологію типу 5G для підключення до Інтернету та бездротових спеціальних мереж для прямого обміну повідомленнями (безпечними та небезпечними) з навколишніми транспортними засобами або з дорожнім блоком.

ІоV за своєю суттю являє собою кіберфізичний додаток покладений поверх оригінальної фізичної транспортної мережі WAVE. Кожна фізична сутність має свою відповідну кібер-сутність (тобто віртуальну сутність), і операції можуть бути спрямовані від кібер-фізичної або навпаки, тоді як сутності перебувають у фізичному / кібер-рівному рівні.

Індивідуальний мережевий зв'язок фізичної з віртуальною сутністю є повсюдним, і взаємодії можуть повсюдно виникати як фізично-фізичним, так і фізично-кібер-фізичним шляхом в залежності від

зручності чи доступності на момент зв'язку. Дані про взаємодію фізичного або кібер рівня накопичуються у хмарі яка є соціальним рівнем, де кожна сутність представляє вузол, а обмін даними представлений за допомогою посилань.

Передбачається, що кожен транспортний засіб належить домогосподарству та існує базовий блок, до якого всі транспортні засоби та інші пристрої підключені через Інтернет речей (IoT).

IoV складається як з динамічного (бортовий блок), так і зі статичного (дорожній блок та базовий блок) типу вузлів і постійно змінює топологію мережі. За першим сценарієм транспортний засіб (бортовий блок) стоїть біля помешкання власника (будинок) та утворює соціальну мережу з відповідним бортовим блоком. Оскільки дорожній блок і базовий є статичними в цьому сценарії, розглядаємо його як статичний IoV, який може поширюватися на сусідні базові та бортові блоки. Наприклад, усі транспортні засоби, припарковані у підвалі квартири або на стоянці, можуть утворювати IoV разом із базовим блоком будинку. У другому сценарії бортовий блок створює взаємозв'язки з віддаленими базовими блоками, використовуючи зв'язок базовий блок-базовий блок або бортовий блок-базовий блок. Наприклад, подорожуючий бортовий блок може мати зв'язок з офісом власника базового блоку, або бортового блоку та може передавати дані про використання з базового блоку свого механіка. Це приклади дещо статичних відносин. Третій сценарій є надзвичайно динамічним, коли бортовий блок перебуває в русі на проїжджій частині та знаходиться в динамічному зв'язку з оточуючими бортовим та дорожніми блоками для обміну інформацією щодо безпеки та небезпеки.

У системі IoV відносини батьківських об'єктів існують між транспортним засобом та його виробником, а виробник несе початкову відповідальність за надання транспортному засобу загальнодоступних параметрів для IoV. Виробник може вводити нові функції своїх автомобілів та додавати власні розділи до повідомлення про взаємодію. Тоді взаємозв'язок об'єктів спільного розташування застосовується, коли два об'єкти працюють близько у географічному розташуванні. Тоді як взаємозв'язок об'єктів спільної роботи застосовується, коли два об'єкти працюють разом для досягнення спільної мети, незалежно від їх місцезнаходження. І відносини об'єктів спільного розташування, і взаємозв'язок об'єктів спільної роботи застосовуються до зв'язку типу бортовий блок-бортовий блок, де транспортні засоби працюють разом, розташовані в сусідніх геолокаціях. Взаємовідносини об'єкта власності представляють відносини бортовий блок-базовий блок (резидент), де власник має право налаштовувати параметри конфіденційності автомобіля.

Знову ж таки, відносини соціальних об'єктів застосовуються до бортовий блок-базовий блок (віддалений), коли власник транспортного засобу готовий поділитися захищеною інформацією зі сторонніми особами (наприклад, про стан транспортного засобу з автомеханіком).

Кожен транспортний засіб підтримує свій власний набір взаємозв'язків як на фізичному, так і на кібер-рівні. Транспортні засоби утворюють статичний або динамічний зв'язок з іншими компонентами IoV через фізичний або кібер рівень, дотримуючись цих наборів взаємозв'язків.

Бортовий блок відіграє ключову роль у зондуванні та формуванні повідомлень про транспортну взаємодію. Кожен транспортний засіб представлений з використанням унікального номера. Відповідно до IoT, кожна фізична річ повинна мати подвійну віртуальну сутність. У IoV кіберзв'язок обробляється через на віртуальному рівні, який є аналогом фізичної комунікації. Кожен транспортний засіб містить список датчиків вбудованої діагностики, а також може інтегрувати інші внутрішні сенсорні пристрої, такі як детектор втоми, детектор сну тощо. Для кожного датчика є вбудований ресурс для моніторингу діяльності. Усі ці сенсорні дані доступні через служби. Системою передбачено, що кожен транспортний засіб має принаймні один бездротовий адаптер для зв'язку з оточуючими бортовими та дорожніми блоками. Коли бортовий блок контактує з іншим бортовим блоком, він обмінюється загальнодоступними повідомленнями за допомогою служби зв'язку бортовий блок-бортовий блок через бездротовий адаптер.

У множині транспортних засобів бортовий блок-бортовий блок (тобто групі транспортних засобів, що утворили спеціальну мережу) існує командир множини, який отримує більшість повідомлень зв'язку та зберігає їх у соціальній графіці бортовий блок-бортовий блок за допомогою Менеджера даних. Оскільки зв'язок бортовий блок-бортовий блок є односпрямованим, можливо, повідомлення дублюються в одній і тій же топології бортовий блок-бортовий блок з різних проміжних джерел. Менеджер даних відфільтровує застарілі повідомлення та оновлює локальний соціальний графік бортового блоку. Як тільки один несучий бортовий блок потрапляє в діапазон дорожнього блоку, диспетчер передає на базі бортового блоку соціальний граф до дорожнього блоку за допомогою служби зв'язку бортовий блок-дорожній блок. Всі ці дані використовуються або оператором транспортного засобу, бортовими

пасажирами, або інтелектуальними програмними агентами, що використовують відповідні клієнтські програми.

У IoV, коли бортовий блок потрапляє в діапазон дорожнього блоку, останній запитує бортовий блок, чи хоче він поділитися соціальним графом бортовий блок-бортовий блок. Якщо бортовий блок діяв як голова множини об'єктів між останнім і поточним дорожнім блоком, то він повинен мати якийсь соціальний граф бортовий блок-бортовий блок, щоб приєднатися до дорожнього блоку. Менеджер ідентифікаційних даних дорожнього блоку підтримує фізичну та віртуальну ідентичність об'єктів дорожнього блоку. Кожен блок має своє географічне розташування, пристрій зберігання даних та принаймні два комунікаційні інтерфейси. Зв'язок бортовий блок-дорожній блок відбувається через бездротовий мережевий інтерфейс і використовує службу зв'язку бортовий блок-дорожній блок. У будь-який конкретний час один дорожній блок може отримувати кілька масових повідомлень від різних об'єктів однієї множини.

Якщо обмін даними стає неповним, тоді Служба зв'язку використовується для обробки неповних транзакцій даних із сусідніми дорожніми блоками. Теги, створені на основі абстрактних концепцій онтології, полегшують пошук у хмарі даних.

Базовий блок відіграє важливу роль у побудові статичної мережі IoV. Домашні / віддалені мережі побудовані на основі даних, надісланих з базового блоку. Кожен базовий блок має менеджер ідентифікаторів, який підтримує фізичну та віртуальну ідентичність компонента. Геолокальні сусідні бортові блоки підключені до IoV через супервузол базового блоку. Передбачається, що домашній базовий блок має запам'ятовуючий пристрій, де всі дані тимчасово зберігаються. Дані користувачів на основі базового блоку та відповідні відносини управляються менеджером даних.

Власник транспортного засобу може змінити налаштування конфіденційності транспортного засобу через Службу налаштувань. Налаштування конфіденційності допомагають керувати конфіденційністю всіх пристроїв, підключених до базового блоку, крім транспортних засобів. Вся приватна інформація бортового блоку передається в хмару через базовий блок.

Конфіденційність в IoV підтримується шляхом розподілу типів вмісту на: приватний, захищений та публічний. Інформація приватного типу доступна лише власнику транспортного засобу (наприклад, особиста інформація користувачів, дані про використання транспортного засобу). Будь-яка частина повідомлення, яка не визначена загальнодоступною, за замовчуванням є приватною. Власник має право передавати приватну інформацію загальнодоступній або вибраній групі, роблячи їх захищеними (наприклад, дані про використання транспортного засобу, що передаються механіку). Сенсорні дані, що генеруються в кожному бортовому блоці, зберігаються в різних частинах структури повідомлень. Усі приватні та захищені дані передаються в хмару через базовий блок користувача.

IoV має різноманітні програми, які включають [7, 8]:

Безпечна їзда: це стосується спільних систем запобігання зіткненням, які використовують датчики для виявлення неминучого зіткнення та надають попередження водієві. Ця програма включає періодичні повідомлення про стан та повідомлення про виникнення. Екстремне повідомлення викликається такою подією, як затор, аварія, поганий стан дороги.

Контроль дорожнього руху: IoV внесе фундаментальні зміни в управління міськими заторами, транспорт і логістику, міський рух та наш колективний спосіб життя.

Відповідь на аварію: підключені автомобілі можуть автоматично надсилати дані про аварію в режимі реального часу разом із місцезнаходженням автомобіля до аварійних груп. Це може врятувати життя, прискоривши реагування на надзвичайні ситуації.

Зручні послуги: Можливість віддаленого доступу до автомобіля робить можливими такі послуги, як дистанційне розблокування дверей та відновлення викраденого автомобіля. Технологія підключених автомобілів може забезпечити транспортні агенції покращеними даними про транспорт, транзит та паркування в режимі реального часу, що полегшує управління транспортними системами для зменшення дорожнього руху та заторів.

Інформаційно-розважальна система: підключені автомобілі можуть надавати в Інтернеті розважальні послуги в автомобілі, які забезпечують потокове передавання музики та інформації через панель інструментів.

Інші програми включають електронне стягнення плати за проїзд, безпечну навігацію системою керування дорожнім рухом, транспортні засоби без водіїв, інтелектуальне управління транспортними засобами, запобігання аваріям, моніторинг потоку руху та автономність автомобіля.

Проблеми, що стоять перед IoV та уповільнення його прийняття, включають великі дані, безпеку, конфіденційність, надійність, мобільність та стандарти. Ці питання слід вирішити, щоб зробити IoV надійним та розширити коло користування. Великі дані: головною проблемою є обробка та зберігання великих даних, створених у IoV завдяки великій кількості підключених транспортних засобів. Наприклад, очікується, що автомобілі без водія оброблятимуть 1 Гб даних в секунду. Мобільні хмарні обчислення та аналіз великих даних відіграватимуть важливу роль у обробці великих даних. Безпека та конфіденційність: оскільки IoV передбачає інтеграцію багатьох різних технологій, послуг та стандартів, існує потреба у безпеці даних. Як відкрита, загальнодоступна мережа, IoV є метою для вторгнень та кібератак, які можуть призвести до фізичної шкоди та витоків конфіденційності. Надійність: машини, датчики та мережеве обладнання можуть вийти з ладу. Система повинна мати справу з неправильними даними, а також з несправними комунікаціями, такими як атаки відмови в обслуговуванні. Як правило, безпека автомобіля важливіша за розваги. Мобільність: у ситуації, коли транспортні засоби рухаються швидко, а топологія мережі постійно змінюється, непросто підтримувати зв'язок вузлів та забезпечувати їх ресурсами для передачі та прийому в режимі реального часу. Відкриті стандарти: для прискорення прийняття стандартизація та взаємодія є життєво важливими. Відсутність стандарту ускладнює ефективний зв'язок V2V. Прийняття відкритих стандартів дозволить безперешкодно обмінюватися інформацією. Уряди повинні брати участь та заохочувати галузі до співпраці у розробці передових технологічних практик та відкритих міжнародних стандартів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У роботі здійснено дослідження програмних методів організації транспортних потоків у рамках концепції IoV. Інтернет транспортних засобів – це спеціальне застосування Інтернету речей. Воно стало незамінною платформою з інформаційною взаємодією транспортних засобів, людей та інфраструктури придорожньої дороги. Запропонована система IoV орієнтована на дані та працює як додаток на рівні системи. IoV дотримується всіх заходів безпеки, таких як автентифікація та контроль доступу, які реалізовані у VANET різними постачальниками послуг, щоб захистити мережу від усіх можливих типів атак, таких як внутрішні, зовнішні, активні, пасивні тощо.

Перспективи подальших досліджень ґрунтуються на розробці алгоритму реалізації IoV у рамках сучасного міста з відокремленням об'єктів та встановлення взаємозв'язку на програмному рівні.

Список бібліографічного опису.

1. В Україні запустили мобільний додаток, який платить водіям за безпечне водіння. – Заголовок з екрану. – Електронний ресурс. – Режим доступу. – <https://hmarochos.kiev.ua/2020/02/12/v-ukrayini-zapustyly-mobilnyj-dodatok-yakyj-platyt-vodiyam-za-bezpechne-vodinnya/>
2. Гненний А. П. Інтернет речей, як головний чинник впровадження іт-технологій на сучасному підприємстві / А. П. Гненний, Ю. Г. Гордієнко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2018. – № 1. – С. 94-98. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vott_2018_1_14.
3. Muhammad Khattak, Gulzar Ahmad. Implementation of Routing Protocols of MANETs in VANETs Using Route Analysis. International Journal of Engineering Works Kambohwell Publisher Enterprises, 2017, 4 (5), pp.78-82. fhal-01524734f
4. Вибір схеми організації руху на перехресті з урахуванням складу транспортного потоку / Т. М. Постранський, М. В. Бойків, М. О. Афонін, Р. Б. Рогальський / – Електронний ресурс. – Режим доступу. – <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:NFSov8x7AQkJ:journals.uran.ua/eejet/article/download/195327/200984/448822+&cd=1&hl=uk&ct=clnk&gl=ro>
5. Рудзінський В. В. Особливості експлуатації транспорту загального призначення в технологіях інтелектуальних транспортних систем / В. В. Рудзінський, В. П. Шумляківський, О. В. Рудзінська, Г. В. Савченко // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. – 2016. – № 2. – С. 238-247. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhdtu_2016_2_37.

References.

1. Yu, Q., Zhou, Y. (2019). Traffic safety analysis on mixed traffic flows at signalized intersection based on Haar-Adaboost algorithm and machine learning. Safety Science, 120, 248–253. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.07.008>
2. R. Zhang, R. Xue, L. Liu, and L. Zheng. Oblivious multi-keyword search for secure cloud storage service. In Web Services (ICWS), 2017 IEEE International Conference on, pages 269–276. IEEE, 2017.
3. J. Contreras-Castillo, S. Zeadally, and J. Guerrero-Ibanez, "Internet of vehicles: architecture, protocols, and security," IEEE Internet of Things Journal, vol. PP, no. 99, 2017, pp. 1-9.
4. Xi, X., ZhaoCheng, H., WenBo, S., ZhanQiu, C., JunFeng, G. (2013). Traffic Impact Analysis of Urban Intersections with Comprehensive Waiting Area on Urban Intersection based on PARAMICS. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 96, 1910–1920. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.216>
5. D. Pouliot and C. V. Wright. The shadow nemesis: Inference attacks on efficiently deployable, efficiently searchable encryption. In Proceedings of the 2016 ACM Conference on Computer and Communications Security. ACM, 2016.
6. J. Kang et al., "Privacy-preserved pseudonym scheme for fog computing supported Internet of vehicles," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. PP, no. 99, 2017, pp.1-11.
7. T. Hoang, A. Yavuz, and J. Guajardo. Practical and secure dynamic searchable encryption via oblivious access on distributed data structure. In Proceedings of the 32nd Annual Computer Security Applications Conference (ACSAC). ACM, 2016.