

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(повна назва факультету)

Комп'ютерних наук

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

(назва освітнього ступеня)

на тему: Огляд платформ, які використовуються в розумних містах

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи СНС-42
спеціальності 122 "Комп'ютерні науки"

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Біланис І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Мацюк О.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Шимчук Г.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Боднарчук І.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

« » (підпис) « » (прізвище та ініціали)
20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 122 "Комп'ютерні науки"
(шифр і назва спеціальності)

студенту Біланич Іван Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Огляд платформ, які використовуються в розумних містах

Керівник роботи Мацюк Олександр Васильович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 02 » березня 2021 року № 4/7-171

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Загальний огляд 2. Інформаційно-технологічні платформи

2.1 Основні технології 2.2 Розгляд існуючих платформ 2.3 Довідкова архітектура для розумних міських платформ 2.4 Вимоги до платформ розумного міста 3. Безпека життєдіяльності, основи хорони праці. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

АНОТАЦІЯ

Огляд платформ, які використовуються в розумних містах // Кваліфікаційна робота// Біланич Іван Васильович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СНс-42 // Тернопіль, 2021 // сторінки ____, рисунки ____, таблиць ____, джерел ____.

Ключові слова: цифрові міста, інтернет речей, великі дані, хмарні обчислення, кібер-фізичні системи, інфраструктура, програмні платформи.

У роботі проведено загальне ознайомлення з історією розвитку розумного міста. Описані різні технології, які використовувались у розробці, пов'язаній з розумними містами. Ці технології можна використовувати на різних рівнях для забезпечення оптимального вирішення конкретних проблем. Нижче представлено платформи, які базуються на представлених технологіях.

Другий розділ присвячений огляду інформаційно-технологічним платформ у розумних містах та інформаційних і комунікаційних технологій. Ці технології використовуються для групування аналізованих платформ і допомагають краще зрозуміти вимоги, на яких повинні базуватися платформи.

ANNOTATION

An overview of the platforms used in smart cities // Qualification work // Bilanych Ivan Vasylovych // Ivan Puliyu Ternopil National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Science, group. CHc-42 // Ternopil, 2021 // pages ____, figures ____, tables ____, sources ____.

Key words: digital cities, internet of things, big data, cloud computing, cyber-physical systems, infrastructure, software platforms.

The general acquaintance with the history of development of the smart city is carried out in work. Describes the various technologies used in smart city development. These technologies can be used at different levels to provide optimal solutions to specific problems. Below are platforms based on the presented technologies.

The second section is devoted to an overview of information technology platforms in smart cities and information and communication technologies. These technologies are used to group the analyzed platforms and help to better understand the requirements on which the platforms should be based.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ШІ – штучний інтелект.

ПЗ – програмне забезпечення.

ПК – персональний комп'ютер.

ЕОМ – електронна обчислювальна машина.

PVM – Parallel Virtual Machine – паралельна віртуальна машина.

MPI – Message Passing Interface – інтерфейс передачі повідомлень.

LB – Load Balance – баланс навантаження.

ФП – функціональні пристрої.

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології.

CC – Cloud Computing – хмарні обчислення.

IoT – Internet of Things – інтернет речей.

SC – Smart City – розумні міста.

SaaS – Software as a Service – програмне забезпечення як послуга.

POP – Post Office Protocol – протокол, що використовується клієнтом для доступу до повідомлень електронної пошти на сервері.

SMTP – Simple Mail Transfer Protocol – комунікаційний протокол для пересилання електронної пошти.

HTTP – Hyper Text Transfer Protocol – протокол передачі даних.

Зміст

	Вступ
1	Бездротові платформи розумних міст
1.1	Історія розвитку розумного міста
1.2	Проблеми розумних міст
1.3	Бездротові платформи для розумних міст
1.3.1	Визначення платформи
1.3.2	Архітектура системи
1.3.3	Контроль платформи
1.3.4	Службові програми та мережеві ефекти
2	Інформаційно-технологічні платформи
2.1	Платформи з відкритим кодом для розвитку IoT
2.2	Raspberry Pi
2.3	BeagleBoard
2.4	Arduino
2.5	Порівняння платформ з відкритим кодом
2.6	Проблеми програмного забезпечення
2.7	Розумні міста та електронні платформи з відкритим кодом
2.8	Перспективи та майбутні напрямки
3	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці
3.1	Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих факторів
3.2	Вплив вібрації на людину
	Висновки
	Перелік використаних джерел

ВСТУП

Розумне місто має на меті впровадити цифрові технології у всі функції міста, включаючи економіку, мобільність, навколишнє середовище, людей, життя та управління. Багато міст взяли на себе ініціативи щодо того, щоб стати розумним містом для залучення комерційного та культурного розвитку. Бездротова мережа (наприклад, мережа Wi-Fi), що охоплює більшу частину міста, є вагомим фактором та важливим кроком на шляху до того, щоб стати розумним містом. Така мережа пропонує багато переваг у вирішенні таких ключових проблем, як зменшення заторів, зменшення злочинності, сприяння економічному зростанню регіонів, управління наслідками мінливого клімату та покращення надання міських послуг [9], тим самим позитивно впливаючи на конкурентоспроможність міст. Для відвідувачів це допомагає покращити доступ до подій, визначних пам'яток, визначних пам'яток. Для покупців це допомагає з купонами та кращим досвідом покупок. Для підприємств це принесе більше комерції та допоможе їм у нових маркетингових підходах для охоплення споживачів.

Для постачальників інтелектуальних послуг (комунальні компанії, муніципалітети та громади) це дозволяє їм розміщувати свої датчики, сенсорні мережі, збирати дані та пропонувати інтелектуальні послуги для користувачів. Це забезпечує інтелектуальні сенсорні інновації IoT в галузі транспорту, комунальних послуг, громадської безпеки та навколишнього середовища. Для навколишнього середовища це означає зменшення викидів вуглецю, зменшення споживання ресурсів, зменшення заторів. Загальноміська бездротова мережа необхідна для досягнення цілей розумного міста. Питання полягають у тому, хто і як його будуватиме, хто і як його підтримуватиме, хто і як це платитиме, кому це буде корисно і як.

Розумне місто починається із розумних спільнот, і, отже, вважаємо, що участь громади має важливе значення у побудові бездротової мережі в місті.

Завдання нашого дослідження - надати розуміння та обговорення для відповіді на наступне запитання: якщо муніципалітет, громади, провайдери інтелектуальних послуг та комунальних послуг об'єднуються для побудови платформи, чи можливо створити бездротову мережу, яка охоплює місто та служить опорою розумне місто?

Мета - представити бездротову платформу розумного міста з різними аспектами.

1 БЕЗДРОТОВІ ПЛАТФОРМИ РОЗУМНИХ МІСТ

1.1 Історія розвитку розумного міста

За останні п'ять років термін «розумне місто» став дуже популярною концепцією. Розумні міста впроваджують інформаційні та комунікаційні технології для ефективного функціонування міста. В даний час міста будь-яких розмірів включають пропозиції у свої програми сталого розвитку міста. Ця концепція зазвичай неправильно пов'язана лише з енергоефективністю. Незважаючи на те, що енергоефективність є дуже важливим аспектом, вся ідея не зосереджена лише на енергетиці або будівлях, а охоплює всю екосистему людини: вона зосереджена на наданні соціальних благ, економічного зростання та створення нових можливостей.

Ідея розумного міста вперше з'явилася в 1993 році, коли місто Сінгапур представив себе як "розумне місто"[1-3]. Між 2000 та 2010 роками поняття "цифрового міста" виникло і було тісно пов'язане з ідеєю розумного міста, хоча між цими двома концепціями є деякі нюанси.

У [4,5] цифрове місто було визначене як відкрита, складна і адаптована система, заснована на комп'ютерній мережі та міських інформаційних ресурсах, що складають віртуальний цифровий простір міста.

У 2007 році Giffinger та ін. [6] опублікував статтю, в якій представив одне з перших визначень терміну розумного міста, як його розуміють сьогодні. Крім того вже було вказано на неоднозначність цієї концепції.

Розумне місто представляють як місто, яке здійснює свою діяльність у галузях промислової, освітньої, участі громадян та технічної інфраструктури, поєднуючи їх інтелектуально для обслуговування своїх громадян.

Ще одне відоме визначення - це те, яке надано в [8], де автори розглядають розумне місто, як місто, яке працює стабільно та розумно, завдяки згуртованій інтеграції всієї його інфраструктури та послуг громадян та використанню інтелектуальних пристроїв для моніторингу та контролю.

Щоб зрозуміти важливість розумних міст, необхідно зрозуміти сферу застосування цієї концепції; яка стосується областей щоденного життя громадян. В [9] запропоновано рамки розумного міста у таких сферах: транспорт, енергетика, освіта, охорона здоров'я, будівництво, фізична інфраструктура, харчування, вода та громадська безпека.

Зміни не лише у визначеннях, але й різні підходи до розумного міста. Найдавніше визначення представлено у [10] та вказує на те, що ключовими аспектами розумного міста є інформаційні технології (ІТ) в освіті, ІТ в інфраструктурі, ІТ в економіці та якість життя.

Зовсім недавно в [11] запропоновано економіку, мобільність, навколишнє середовище, людей та уряд / адміністрацію як ключові аспекти. Егер та ін. [12] визначив, що ключовими аспектами є технологія, економічний розвиток, зростання зайнятості та підвищення якості життя її громадян.

Спочатку розглянемо, як надати архітектурі конкретні та загальні характеристики. Це дозволить легко вносити зміни в систему, наприклад:

- надсилання повідомлень;
- модулі зберігання або збору даних, не впливаючи на архітектуру, а також технологічну підтримку, здатну зберігати та опрацьовувати всю інформацію;
- послуги, які повинні надавати різні сфери, які приносять користь усім її громадянам для сприяння прийняттю цієї концепції місцевими органами влади.

У цьому сенсі описуємо технічні рішення для прийняття: Internet of Things (IoT), хмарні системи зберігання даних, протоколи обміну повідомленнями та супутні технології), обговорюючи відповідне середовище.

1.2 Проблеми розумних міст

Оскільки міста продовжують невпинно процвітати, їхні виклики потрібно ретельно продумати, щоб зростання населення, економічний

розвиток та соціальний прогрес розвивалися. Хоча більша частина світового ВВП виробляється в містах, не все, що відбувається в цих агломераціях, передбачає позитивні зовнішні явища.

Міста – це також місця, де нерівності сильніші, і, якщо ними не правильно керувати, негативні наслідки можуть перевершити позитивні.

Таблиця 1.1 – Проблеми в Європейських містах

Управління	Економіка	Мобільність	Середовище	Люди	Життя
Гнучке управління	Безробіття	Сталий мобільність	Енергозбереження	Безробіття	Доступне житло
Скорочення міст	Скорочення міст	Інклюзивна мобільність	Скорочення міст	Соціальна згуртованість	Соціальна згуртованість
Територіальна згуртованість	Економічний занепад	Мультимодальна транспортна система	Цілісний підхід до екологічних та енергетичних проблеми	Бідність	Проблеми зі здоров'ям
Поєднання формального та неформального уряду	Територіальна згуртованість	Міські екосистеми під тиском	міські екосистеми під тиском	Старіння населення	Аварійне управління
	Моногалузєва економіка	Затори на дорогах	Ефекти зміни клімату	С.різноманітя як джерело інновації	Розростання міст
	Потрібно місцеві економіки	Немобільна мобільність	Розростання міст	Кібербезпека	Безпека
	Соціальне різноманіття як джерело інновацій				Кібербезпека

Проблеми, з якими сьогодні мають зіткнутися міста, але й майбутні проблеми міст повинні враховуватися. В таблиці 1.1 приведено проблеми міст.

1.3 Бездротові платформи для розумних міст

У різних містах випробували різні моделі для планування, побудови, інтеграції, експлуатації та підтримки загальноміської бездротової мережі.

За однією з моделей місто володіло бездротовою мережею та керувало нею. Були випробувані інші моделі з різними комбінаціями партнерських відносин у створенні, володінні та експлуатації бездротової мережі. Моделі партнерства включали міську бездротову мережу, але керовану приватними партнерами, державно-приватне партнерство з містом, яке є основним орендарем, державна/приватна некомерційна організація у партнерстві з постачальниками послуг бездротової мережі. Міста випробовували різні цінові стратегії разом із наведеними моделями [11] [12].

На додаток до вищезазначених моделей, можемо перерахувати наступні додаткові можливі моделі платформ:

Постачальник послуг бездротової мережі створює та надає послугу та є власником платформи. Громадяни отримують доступ до бездротової мережі та послуг через неї за передплату. Компанії сплачують абонентську плату провайдеру платформи.

Постачальники смарт-послуг платять передплату в різних розмірах залежно від їх використання.

У цій моделі платформа надається комерційним постачальником послуг. Місто може отримати безкоштовний доступ до міських службовців та міських департаментів, або може сплатити збір.

Місто співпрацює з постачальниками компонентів/доповнень (особливо постачальниками обладнання та програмного забезпечення) та інтеграторами для побудови бездротової мережі.

Великі постачальники обладнання, такі як CISCO, разом зі своїми партнерами можуть надавати ноу-хау, навчання та сертифікації. Міський відділ ІТ відповідає за підтримку мережі. Міські аутсорсинги (контракти, оренда, ліцензії), що керують платформою, приватним установам.

У цій моделі місто є спонсором платформи, а приватна установа – постачальником платформи.

За дещо іншої моделі місто передає управління бездротовою мережею (контракти) тій самій приватній або іншій компанії. Можуть бути розглянуті різні інші комбінації вищезазначених двох моделей, зокрема щодо фінансування початкового налаштування. Місто може слідувати моделі побудови та експлуатації платформи. Місто може укладати контракти на різні етапи з різними комерційними постачальниками. Проблеми, подібні до тих, які ми асоціювали з попередніми моделями, стосуються цих альтернатив платформи.

Якщо невелике населення міста користується, а попит залишається низьким, то виникає та сама проблема, яку інвестори витягнуть, оскільки не бачать прибутковості. Загалом є сумніви щодо переваг бездротової мережі в цілому, але особливо щодо значення участі муніципалітету.

Основними проблемами є висока вартість, низький попит, низькі вигоди, менше приватних інвестицій. Ці платформи не залучають громадян належним чином.

Одним із важливих аспектів побудови розумного міста є сприяння співпраці з громадянами від фази планування бездротової мережі до експлуатації. Використовуємо цей термін розумний вказати людський фактор у побудові та використанні бездротової мережі [17].

Розумність у цьому контексті повинна більше залучати громадян. Вищевказані платформи пропонують бездротову мережу для цифрового міста, але без достатньої участі громадян, щоб назвати його розумним містом. У цьому документі розглядаємо платформу з нижчою вартістю, бездротову мережу, яка відповідає попиту, має прямі та непрямі вигоди для міста, та, яка не стримує приватні інвестиції, а якось залучає їх.

Крім того, платформа повинна залучати громадян та інші зацікавлені сторони, такі як бізнес, постачальники інтелектуальних послуг та всі інші.

Перш ніж представити запропоновану платформу, хочемо піднести успіх спільних бездротових проєктів.

Такі проєкти були успішними там, де муніципальні моделі провалились. Аналіз успішних впроваджень бездротового зв'язку в громаді вказує на наступні фактори:

- (1) нижча вартість,
- (2) точні прогнози попиту,
- (3) чіткі цілі та задумані реальні вигоди, орієнтовані на потреби громади,
- (4) невеликий запуск, пілотна реалізація спочатку та пізніші розширення

на основі потреб громади

- (5) участь громади у налаштуванні та обслуговуванні мережі.

Тепер ми можемо представити нашу платформу.

Платформа повинна підтримувати цілі розумного міста, об'єднуючи користувачів, бізнес, інтелектуальні послуги та постачальників смарт-послуг та функції міста. Тим часом воно повинно обмежуватися наступним: Бездротове рішення повинно бути в межах бюджету на вартість встановлення та обслуговування, повинно бути масштабованим, щоб охоплювати місто, повинно бути законним, має бути розроблено вчасно і має бути простим у обслуговуванні, експлуатації та модернізації.

1.3.1 Визначення платформи

Окреслимо розумну спільноту бездротових платформ щодо архітектури системи, спонсора та провайдерів, сторони, комунальні послуги та зовнішні ефекти мережі, фінансові ресурси, політику, стратегії щодо позиціонування, представлення, реалізації та експлуатації цієї платформи.

Бездротова платформа розумного міста - це загальноміська бездротова мережа, побудована та підтримувана завдяки співпраці муніципалітету, міських громад та постачальників послуг інтелектуального обслуговування. Це базується на бездротових платформах розумного співтовариства [3], але це окрема платформа, в якій муніципалітет відіграє більшу роль. У бездротовій

платформі smart city бездротові платформи smart community інтегровані разом, щоб сформувати загальноміську бездротову мережу.

На цій платформі є кілька сторін: користувачі, спонсори пропускнуої здатності та провайдери інтелектуальних послуг виконують подібні функції, як у бездротовій платформі інтелектуального співтовариства. Крім того, є й інші сторони, які займаються розробкою додатків для інтелектуальних послуг та провайдерами, що пропонують преміум послуги на цій платформі. На відміну від бездротової платформи розумного співтовариства, спонсором цієї платформи є муніципалітет.

Більші міські бездротові платформи розумного міста повинні бути відкритими для приєднання громад. Спільноти стають постачальниками платформи, що є основним контактним пунктом для кінцевого користувача в різних сферах обслуговування, припускаючи, що всі бездротові мережі спільноти взаємодіють. Спонсор платформи, муніципалітет, повинен розглянути спільну платформу, яка розвивається шляхом процесу консенсусу між громадами міста та міською владою.

1.3.2 Архітектура системи

Описує архітектуру системи для бездротової платформи розумного співтовариства. Більша бездротова платформа Smart City інтегрує розумні спільноти бездротових платформ у місті та вимагає додаткових елементів інфраструктури. Отримана архітектура системи показана на рисунку 1.1. Бездротова платформа розумного міста створює екосистему навколо цієї системної архітектури.

У кваліфікаційній роботі надамо високорівневий опис архітектури системи. Ця багаторівнева архітектура бездротової системи розумного міста має такі рівні:

- Рівень бездротової мережі Smart City: Цей шар інтегрується спільноти бездротових мереж. Міська бездротова мережа в основному складається з бездротових мереж громади. Муніципалітет додає додаткові точки доступу в

районах, які не обслуговуються бездротовими мережами громади, тим самим заповнюючи прогалини, де не обслуговується жодна бездротова мережа громади. Інтернет-провайдери пропонують свої бездротові мережі за передплату та / або плату за користування. Бездротові мережі ISP інтегровані з бездротовою мережею smart city, але вони забезпечують більшу пропускну здатність та якість обслуговування. Громадські бездротові мережі підключаються за допомогою приватних ліній зв'язку, комунального волокна та послуг мереж метрополітену, придбаних у мережевих провайдерів. Кожна бездротова мережа має безліч підключень до Інтернету. Бездротові сенсорні мережі провайдерів інтелектуальних послуг підключаються до міської бездротової мережі, як правило, через точки доступу, надані громадою або муніципалітетом. Вони належать компаніям, що надають комунальні послуги, муніципалітету та громаді.

- Ці мережі створюють трафік у бездротовій мережі. Частина трафіку цих сенсорних мереж не буде надходити в Інтернет, а навпаки, передаватиметься базовими повідомленнями з бездротових мережевих мереж в інфраструктуру постачальника смарт-послуг, де дані зберігаються, обробляються та аналізуються.

- Проміжне програмне забезпечення та рівень інфраструктури: Цей шар містить обчислювальну та сховищну інфраструктуру громади, муніципалітету, постачальників смарт-послуг та інших постачальників доповнень. Він містить програмні платформи та послуги, включаючи проміжне програмне забезпечення, сервісні рішення, хмари (як комерційні, так і хмари спільноти). Він використовує проміжне програмне забезпечення та контейнери для розміщення основних служб та для забезпечення програмного доступу до мікрослужб сенсорної мережі. Інші компоненти включають рішення щодо надійності, безпеки, конфіденційності та довіри.

- Основні служби та рівень даних: Цей рівень пропонує основні служби та їх API. Основні послуги включають машинне навчання та аналітику, послуги локації, пошук, семантику, візуалізацію, платформи співпраці,

геопросторові послуги, доступ до загальнодоступних даних та статистики, платформи соціальних мереж спільноти. На цьому рівні обробка та видобуток даних здійснюється. Ці основні послуги зазвичай доступні спонсорам пропускної здатності та інтелектуальним провайдером послуг.

- Рівень інтелектуальних послуг: Цей рівень включає всі розумні послуги, пропоновані розумним містом, такі як розумний транспорт, інтелектуальне охорону здоров'я та розумні державні послуги. Цей рівень пропонує API розумних служб для розробників додатків.

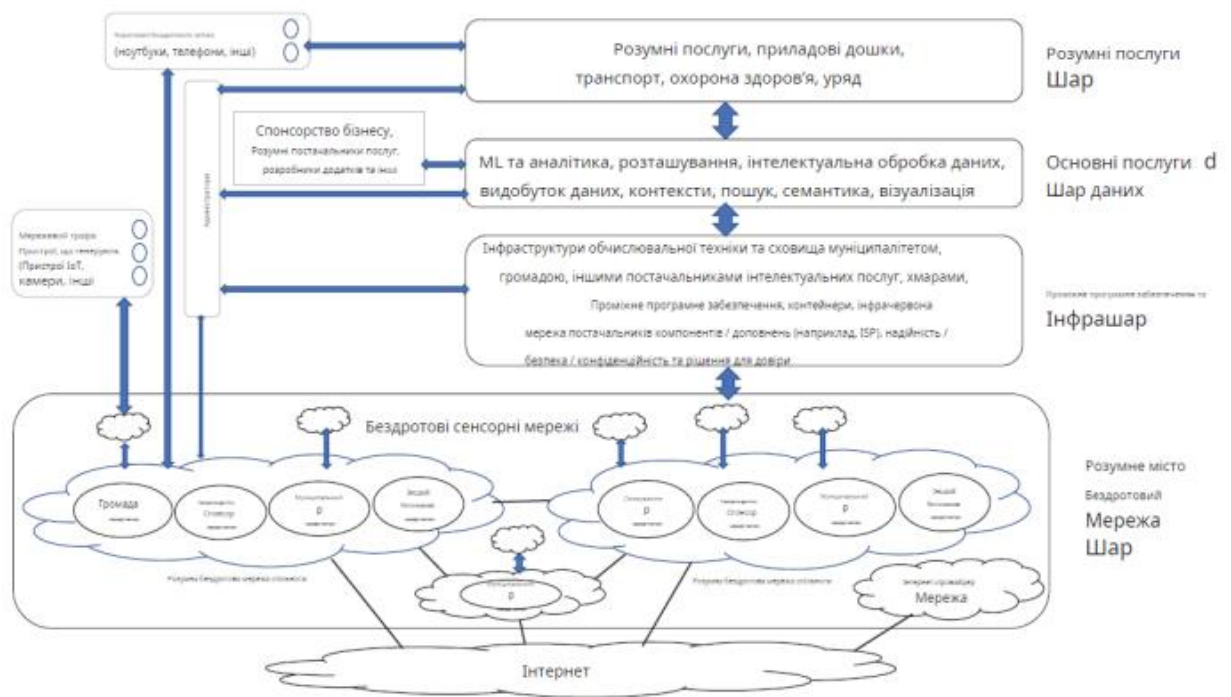


Рисунок 1.1 – Архітектура системи для бездротової платформи Smart City

За допомогою цієї архітектури в сучасному розумному співтоваристві можуть бути запропоновані різні цифрові послуги, включаючи розумний уряд, розумне транспортування, розумне сміття, управління електроенергією, водою та іншими комунальними послугами, розумні послуги з охорони здоров'я та телеобслуговування та багато інших розумних послуг. Всі ці послуги надаються інтелектуальними постачальниками послуг (наприклад,

приватними компаніями, муніципальними управліннями та громадами). Користувачі використовують бездротову мережу для доступу до Інтернету та інтелектуальних послуг. Спонсорські компанії, постачальники інтелектуальних послуг, розробники додатків отримують доступ до API основних служб.

Спонсорські компанії отримують доступ до інформації про користувача, включаючи аналіз місцезнаходження. Постачальники смарт-послуг використовують основні послуги та дані користувачів. Конструктори додатків розробляють програми, використовуючи API основних служб та API інтелектуальних служб.

Сумісність та сумісність між бездротовими мережами громади – це великий плюс. Муніципалітет міг би використати деякі стратегії та спеціальні кошти для досягнення об'єднання розумних спільнот бездротових платформ у загальноміській бездротовій мережі. Це означає, що загальний інтерфейс бездротової мережі буде запропонований для користувачів, а також для пристроїв IoT по всьому місту. Це може бути розтягнутою метою, оскільки переконати всі громади буде проблемою, але виграш великий.

Деякі інтелектуальні послуги доступні лише в цій мережі та недоступні через Інтернет. Послуги, що використовують IoT, будуть доступні лише в певних місцях. Більшість послуг повинні бути доступними через Інтернет, щоб інші користувачі бездротового зв'язку (наприклад, 5G та інші бездротові мережі були комерційними) точки доступу) все ще могли отримати доступ. Комерційні бездротові мережі можуть бути інтегровані в цю платформу за умови, що їхній трафік спрямовується на їх маршрутизатори, а потім на їх Інтернет-з'єднання. Завдяки цьому користувачі комерційних провайдерів можуть отримати додаткову платну пропускну здатність, але все одно отримувати доступ до 17 інтелектуальних послуг у мережі.

1.3.3 Контроль платформи

Пояснює, як можна керувати бездротовою платформою розумної спільноти та як громада та муніципалітет можуть спільно працювати над реалізацією та підтримкою платформи.

Муніципалітет може надати підтримку цим платформам різними способами. Для загальноміської бездротової платформи розумного міста спонсором має бути муніципалітет. Платформа повинна бути відкритою для приєднання громад за умови, що вони відповідають критеріям та політиці, визначеним муніципалітетом, спонсором платформи.

Громади, що беруть участь, - це не конкуруючі компанії, які намагаються придбати частку ринку за допомогою цієї платформи, а скоріше провайдери бездротової мережі у своїх поважних сферах обслуговування, проте вони можуть конкурувати за якість та реалізуючи переваги інтелектуальних бездротових платформ спільноти [5]. Не всі громади хотіли б приєднатися спочатку, але вони хотіли б, як вони бачать потребу та цінність. Муніципалітет може діяти як магніт і стимулюючий фактор. Муніципалітет повинен визначити, які критерії повинні існувати для прийняття спільнот приєднуватися, які критерії дозволу провайдерам інтелектуальних послуг, які критерії для постачальників доповнень, які критерії для розробників додатків для доступу до API основних послуг. Подібним чином, критерії дослідження установи, стартапи та підприємці повинні визначатися спонсором платформи. Не лише контролюючи відкритість бездротової мережі, муніципалітет повинен здійснювати контроль за тим, хто може надавати основні послуги, а хто може отримати доступ до API основних послуг. Муніципалітет повинен визначити методологію для оцінки всіх гравців щодо того, чи допускаються вони до платформи з урахуванням визначених критеріїв.

Наприклад, муніципалітет може використовувати систему SWOT для громад, постачальників смарт-послуг, постачальників доповнень та партнерів.

Муніципалітет повинен визначити політику щодо надання послуг та доповнень на цій платформі. Політика визначається муніципалітетом, але з

обговореннями, консультаціями та внеском громади. Це великий виклик для муніципалітету. Муніципалітет постачає все, що може запропонувати громадам [3], але в свою чергу просить громади погодитися бути частиною інтегрованої бездротової мережі та відповідати політиці та критеріям. Громади все ще виконують роль спонсора для власної платформи спільноти та контролюють свою платформу, як зазначено в [3], але вони відповідають загальній політиці бездротової платформи smart city. Це стає федерацією бездротових платформ розумного співтовариства в бездротову платформу розумного міста. З вищим рівнем участі муніципалітет матиме більше контролю над якістю, безпекою та роботою платформи.

1.3.4 Службові програми та мережеві ефекти

Як пояснено в [3], громада та муніципалітет мають комунальні послуги з інтелектуальною бездротовою платформою спільноти. Коли багато громад створюють такі платформи, і муніципалітет може інтегрувати їх у більшу бездротову мережу, яка охоплює більшу частину міста, як у бездротовій платформі розумного міста, це значно збільшує корисність для муніципалітету. Корисність громади також збільшується, перебуваючи на цій загальноміській платформі.

Якщо громадські мережі розрізнені, лише платформи громад не можуть бути корисними для цілей розумного міста. Політика та стратегії повинні бути на місці збільшити мережеві ефекти і тим самим корисність різних сторін для досягнення цілей розумного міста. Наприклад, більша підтримка муніципалітетів (наприклад, персонал служби безпеки) призведе до більшої корисності для користувачів.

Створення розумного міського бездротової платформи вимагає часу та зусиль. Муніципалітет повинен дотримуватися поетапного підходу.

Спочатку муніципалітет міг звернутися до існуючих бездротових мереж громади, якщо такі є, і спробувати продати ідеї як бездротової платформи розумної спільноти, так і бездротової платформи розумного міста. Якщо

жодної бездротової мережі громади не існує, муніципалітет повинен вибрати першу громаду з конкретною метою, такою як економічний розвиток.

Ціль має резонувати з громадою. Муніципалітету слід врахувати динаміку витрат, вигод, недоліків та ризиків, які ми визначили в [4] та [5] для громад, приймаючи рішення щодо першого.

Адекватна та збалансована підтримка міста допоможе зацікавленим сторонам громади (бізнесу, постачальникам інтелектуальних послуг) прийняти та сприйняти ідею. Підтримка повинна бути збалансованою, щоб громада могла будувати, володіти та підтримувати мережу.

Масштабованість для всього міста досягається успіхами громад та успіхом муніципалітету, який об'єднав їх на цій платформі.

2 ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЛАТФОРМИ

Розвиток різних галузей електроніки, обчислювальної техніки, даних придбання, спілкування створило благодатне середовище для зростання Інтернету речей (IoT) [1]. Очікується, що IoT глибоко змінить наше життя, дозволивши створити всюдисущі, розподілені та реактивні системи, які можуть напрочуд змінити спосіб нашої взаємодії зі світом [2,3].

Розумні міста є важливим застосуванням IoT, що спричиняє складні проблеми в різних аспектах структури міст та поведінки їх жителів [4,5], але також відкриває багато комерційних, промислових, освітніх та культурних можливостей [6-9].

Розвиток ефективних комунікаційних технологій та хмарних служб передачі даних із зменшенням витрат, а також доступність потужних апаратних платформ із відкритим кодом сприяли ініціативам інтелектуального міста [10, 11].

Завдяки таким платформам час розробки та пов'язані з цим витрати значно зменшуються, полегшуючи створення спеціальних додатків для інтелектуального міста, які можуть вирішити пунктуальні проблеми. З іншого боку, у більшому масштабі, коли системи інтелектуального міста розробляються та розгортаються урядами, вбудовані апаратні платформи також є можливим рішенням не лише на етапах розробки, але й при наданні публічних даних: оскільки більшість платформ базуються на відкритих - ресурсні технології, заохочується прийняття державних стандартів. Більше того, академічні та наукові програми для інтелектуальних міст за своєю суттю сприятливі для прийняття електронних платформ з відкритим кодом побудувати IoT пристрої. Такі сценарії розвитку розумних міст також можуть викликати занепокоєння щодо сумісності та паралельності [12,13], але характеристики електронних плат із відкритим кодом є сприятливими при сприянні сумісності.

Серед існуючих електронних платформ з відкритим кодом деякі варіанти стають все більш популярними через багато факторів.

Загалом, найпопулярніші платформи мають подібні характеристики, такі як універсальність, потужність (хоча деякі моделі обмежені) та економічність, корисні для створення практично будь-якого типу пристрою. У цьому контексті, оскільки більшість із них в кінцевому підсумку є комп'ютером, дотримуючись різних обчислювальних можливостей плат, їх можна використовувати для створення давачів, виконавчих механізмів та будь-яких обробних пристроїв, представляючи себе як шаблони для різних типів сенсорних мереж, IoT та додатки інтелектуального міста [16,17].

В останні роки для підтримки додатків IoT використовуються електронні платформи з відкритим кодом, і тому їх також можна використовувати для підтримки створення розумних міст. З іншої точки зору, ці платформи також приймаються як стовпи для програм, які вже розробляються за принципами розумного міста. Тому розуміння цього сценарію може також свідчити про те, як розвиваються розумні міста і що ми можемо очікувати від найближчого майбутнього.

2.1 Платформи з відкритим кодом для розвитку IoT

Системи IoT можуть бути спроектовані по-різному, але розумно сподіватися, що датчики, пускачі та блоки контролерів будуть присутні у більшості додатків. Для цього вбудовані апаратні платформи можуть бути використані для реалізації цих елементів, і на ринку є багато доступних варіантів.

Серед цих варіантів платформи з відкритим кодом набувають популярності через багато факторів, і вони є даний час слід вибрати кілька хороших дошок. Однак існування багатьох дослідницьких та промислових проектів, які розробляються з використанням декількох різних плат, є гарним показником того, які є найбільш популярними платформами.

Існує кілька характеристик, які слід правильно враховувати при виборі найбільш відповідної платформи з відкритим кодом для конкретного додатка IoT.

Ці характеристики описуються наступним чином:

- Низька вартість: Щоб забезпечити масштабне розгортання;
- Обчислювальна потужність: Залежно від бажаних функціональних можливостей, плата повинна мати достатньо обчислювальних потужностей для виконання складних завдань, таких як візуальна обробка даних та управління кількома розподіленими вузлами. Обробка та ресурси пам'яті безпосередньо впливають на обчислювальну потужність плати;
- Можливість програмування: доступність мов програмування та бібліотек має першорядне значення, і ця характеристика не обов'язково є функцією доступних апаратних можливостей, але також релевантністю спільноти розробників навколо платформи;
- Інтерфейси вводу/виводу. Додатки розумних міст можуть використовувати електронні пристрої для надання відповідних даних або для здійснення певних дій, таких як камери, світлодіоди, сирени, РК-панелі, давачі та ін. Тип і кількість інтерфейсів вводу-виводу в прийнятих платах є важливими параметрами при виборі платформи;
- Низьке споживання енергії: оскільки вузли IoT можуть житися від акумуляторів, низьке споживання енергії є важливою характеристикою вбудованих апаратних платформ. Окрім використання акумуляторів, енергоефективність є дуже бажаною в сучасних містах, що заохочує використання більш ефективних плат;
- Зменшений розмір: Залежно від очікуваних функцій борту та місця розгортання (наприклад, ліхтарних стовпів, дорожніх ліхтарів, транзитних табличок), розмір прийнятого борту є важливим і його слід враховувати;
- Надійність: Плати з відкритим кодом повинні працювати протягом тривалого періоду, не стикаючись із станом відмови обладнання або

перегрівом. Якщо вони розміщуються на відкритих майданчиках, такі зауваження ще важливіші;

- Зв'язок: Різні комунікаційні технології можуть бути вбудовані в плати, полегшуючи з'єднання вузлів. Wi-Fi, Bluetooth, Ethernet, LoRa та 4G/5G стільникові стандарти - це загальноприйняті комунікаційні технології, які можуть бути присутніми;

- Зберігання. Існування вбудованого постійного сховища може бути корисним у багатьох сценаріях. Для деяких плат постійне зберігання може бути реалізоване лише за допомогою портативних карт пам'яті;

- Додаткові ресурси: світлодіоди, кнопки, RFID (ідентифікація радіочастот), необхідне джерело живлення (напруга / струм), серед інших характеристик, можуть вплинути на вибір платформи.

Є багато електронних платформ з відкритим кодом, але лише деякі з них бувають частіше використовується для створення додатків IoT.

2.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi - це доступний крихітний та потужний багатоцільовий комп'ютер, який можна використовувати для різноманітних програм. Коли справа доходить до IoT та середовища розумного міста, Raspberry також добре працює, що можна побачити у зростаючій кількості проектів, які використовують його потенціал. Хоча інші апаратні платформи створені з цією ж метою, Raspberry Pi широко використовується промисловістю, технологічними компаніями, урядами, університетами та любителями, підтримуючи розробку різних видів додатків [18,19].

Користуючись перевагами нових електронних технологій та успіхом процесорів на базі ARM, початкова плата Raspberry Pi була створена з більш скромними цілями. Використовуючи дешеві компоненти, які можна було об'єднати в одній платі, початкова плата Raspberry Pi спочатку була розроблена як доступний комп'ютер для допомоги учням у школі. Однак він

швидко завоював інтерес з інших областей завдяки своїй гнучкості, обчислювальній потужності та зменшенню витрат, допомагаючи йому стати одним з найбільш продаваних комп'ютерів в історії.

Raspberry Pi побудований навколо процесора ARM (Advanced RISC Machine), який є основою для індустрії мобільних смартфонів. Таким чином, Raspberry не тільки користується перевагами характеристик обробної платформи RISC (Комп'ютер із зменшеним набором інструкцій), але й була розроблена при консолідації виробників процесорів RISC. З моменту свого першого дебюту були створені різні моделі та версії оригінальної плати Raspberry, що задовольняли 28 різні вимоги до обладнання.

Зростаючий успіх плат Raspberry Pi зумовлений багатьма факторами, ставлячи це як провідну платформу для розробки апаратного забезпечення з відкритим кодом. Крім того, це було підкріплено низкою оцінок ефективності, які проводились в останні роки для різних сфер застосування.

Робота в [20] оцінив плату Raspberry Pi 2 B з точки зору графічної обробки. Навантаження CPU та GPU аналізували відповідно до різних конфігурацій візуальної обробки даних, а також споживали енергію для різних сценаріїв тестування. З іншої точки зору, робота в [21] оцінив Raspberry (Raspberry Pi B) як центральний елемент мережевого тестового стенду на основі бібліотеки KODO [22].

Споживання енергії також оцінювали в [23], але враховуючи конкретні вимоги при впровадженні фреймворку RESTful Web Services. Подібним чином, виконання веб-служб на платформі Raspberry Pi також було розглянуто в [24], який оцінив балансування навантаження в кластерах плат Raspberry Pi. Фактично, усі ці роботи оцінювали продуктивність плат Raspberry Pi у різних сценаріях, вказуючи на зацікавленість у використанні цієї платформи для великого набору завдань.

Найпопулярнішими платами Raspberry Pi є Raspberry Pi 2 B, Raspberry Pi 3 B, а також Raspberry Zero W. Raspberry Pi була задумана і виробляється здебільшого у Великобританії.

2.3 BeagleBoard

BeagleBoard - це апаратна платформа з відкритим кодом, яка має ті самі принципи Raspberry Pi, і тому їх часто можна використовувати як взаємозамінні. Однак є деякі важливі характеристики, які ставлять BeagleBoard як життєздатний варіант зі своїми особливостями [25]. Як і в сімействі Raspberry Pi, BeagleBoard - це крихітний комп'ютер на одній дошці з доступними цінами та низьким енергоспоживанням. Початкове використання цієї дошки та пов'язаних з нею проектів поставило обидві платформи в рівнозначне поле розвитку.

При розробці додатків IoT, BeagleBoard має деякі особливості, які можуть зробити його дошкою, яку слід вибрати. По-різному від Raspberry Pi, моделі плат BeagleBoard мають цифровий та аналоговий введення-виведення (аналогічно сімейству Arduino). Іншою корисною характеристикою є наявність вбудованого постійного пристрою зберігання в серії BeagleBone, який можна використовувати для зберігання коду, а іноді і для уникнення використання картки microSD, хоча для цих карт є слот.

Найпопулярнішими дошками BeagleBoard є BeagleBone Black і BeagleBone Blue. BeagleBoard був задуманий, і в основному він виробляється в США.

2.4 Arduino

На відміну від Raspberry Pi та BeagleBoard, платформа Arduino - це вбудована плата для прототипу, яка призначена для проектів в галузі електроніки, але яка не обов'язково працює як комп'ютер. Використання зосереджено на автоматизації та електронних проектах, які вимагають багаторазового виконання деяких завдань, а отже, програмні та апаратні ресурси є більш обмеженими. Однак простота Arduino знаходить своє місце у

багатьох проектах автоматизації та управління, і часто можна бачити Arduino, що складають системи розумних міст.

У той час як Raspberry Pi та BeagleBoard розробляються навколо ARMпроцесора, більшість моделей Arduino розробляються з більш простим мікроконтролером виробництва Atmel, причому більшість із них належать до 30 сімейства ATmega (8-розрядні проти 32-розрядних процесорів Raspberry Pi та BeagleBone).

Крім того, ця характеристика має два практичні наслідки: по-перше, плата Arduino зазвичай дешевша; по-друге, він має меншу обчислювальну потужність, ніж звичайний Raspberry Pi або BeagleBoard. Більше того, Arduino працює на дуже низькій тактовій частоті та має низьку пам'ять RAM, але є пам'ять пам'яті для зберігання програм, які написані за допомогою спеціального програмного забезпечення IDE, розробленого виробником Arduino. Мови програмування високого рівня, такі як C та Python, можуть бути використані для програмування плат Arduino.

Платформа Arduino була розроблена та виготовлена в Італії, і одними з її найпопулярніших плат є Arduino Uno, Arduino Mega та Arduino Due.

2.5 Порівняння платформ з відкритим кодом

Існують різні варіанти апаратних платформ з відкритим кодом, із специфікаціями та обмеженнями, які слід належним чином враховувати при впровадженні додатків IoT та smart-city.

Раніше представлені електронні платформи з відкритим кодом були реалізовані в різних моделях. Таблиця 3.1 узагальнює деякі найпопулярніші моделі представлених платформ розробки апаратного забезпечення з відкритим кодом (переглядання та оновлення моделей не відображаються). У стовпці "мережа" вказуються вбудовані ресурси, але додаткове обладнання або ключі можна використовувати для додавання мережевих можливостей на плати.

Таблиця 2.1. – Популярні апаратні платформи з відкритим кодом для розробки IoT

Платформа	Випуск	ЦП	ОЗП	Мережа
BeagleBone Чорний	2013 рік	1 ГГц	512 МБ (4 ГБ пам'яті)	Ethernet
Ардуіно Юнь	2013 рік	16 МГц	2,5 КБ	Wi-Fi
Raspberry Pi B +	2014 рік	700 МГц	512 МБ	Ethernet
Raspberry Pi 2 B	2015 рік	900 МГц	1 Гб	Ethernet
BeagleBoardX15	2016 рік	1,5 ГГц	2 ГБ (4 ГБ пам'яті)	Ethernet
Raspberry Pi Zero W	2017 рік	1 ГГц	512 МБ	Wi-Fi, Bluetooth / BLE
Raspberry Pi 3 A +	2018 рік	1,4 ГГц	512 МБ	Wi-Fi, Bluetooth / BLE

2.6 Проблеми програмного забезпечення

Більшість доступних апаратних платформ з відкритим кодом працюватимуть як комп'ютер, і тому їм потрібна операційна система, за винятком плати Arduino (плата Arduino Yun постачається зі спрощеною версією операційної системи Linux). Крім того, існує безліч різних операційних систем для тих плат, які частіше розробляються в приміщеннях з відкритим кодом. Це створює здорове середовище для інноваційних проєктів, що також використовує середні низькі витрати на вбудовані апаратні платформи з відкритим кодом.

Окрім характеристик апаратного забезпечення та операційної системи, програмне та середнє програмне забезпечення також є відповідними параметрами, які розглядались у деяких роботах.

Вибираючи найбільш підходяще рішення для побудови систем IoT та, зрештою, рішень smart-city, слід правильно враховувати всі представлені аспекти, оскільки особливості кожного проекту повинні керуватися вибором апаратних та програмних технологій.

Тим не менше, хоча існує багато програмного забезпечення та апаратних платформ для розробки систем IoT, а компанії та дослідницькі установи відіграють важливу роль у створенні цього сценарію, існування загальних багатофункціональних апаратних платформ з відкритим кодом має першорядне значення. Плати з відкритим кодом революціонізують розробку, розгортання, експлуатацію та підтримку ініціатив IoT та розумних міст, і тому вони заслуговують на детальний аналіз. Крім того, у цьому сценарії сімейні плати Raspberry Pi та BeagleBoard виділяються як перспективний вибір, що можна побачити у збільшенні кількості проектів IoT на їх основі.

В роботі [15] здійснено цікаві порівняння між Raspberry Pi та BeagleBoard, що стосуються програмного та апаратного забезпечення.

2.7 Розумні міста та електронні платформи з відкритим кодом

Наявність платформ для прототипування та розробки з відкритим кодом може глибоко змінити спосіб створення додатків IoT, і ця тенденція стала ще більш вражаючою з випуском деяких популярних електронних платформ.

На сьогодні розробка систем розумного міста на основі таких платформ є розумним і недорогим вибором для багатьох проектів. Крім того, останні роки дали нам підказки про те, які додатки можна створювати, а що ще можна передбачити на найближче майбутнє [32].

Електронні платформи з відкритим кодом, як правило, використовуються для сприйняття інформації з навколишнього середовища

або для спеціалізованої обробки такої інформації чи інших даних (наприклад, отриманих з Інтернету).

Щодо функцій зондування, можна приблизно очікувати, що можна зібрати два різні типи інформації: скалярну та мультимедійну. Скалярна інформація, така як температура, тиск, вологість та світність, корисна для багатьох застосувань, і плати з відкритим кодом можуть бути ефективно використані для збору та обробки таких сенсорних даних.

Однак, оскільки такі дані, як правило, короткі, обробка, передача та зберігання скалярної інформації не обов'язково є критичною проблемою, що відкриває різні можливості для додатків інтелектуального міста.

З іншого боку, мультимедійне зондування буде виконуватися камерами та мікрофонами для отримання великих обсягів даних, які також можуть мати обмеження за часом при виконанні обробки в режимі реального часу. Таким чином, розумні міста на основі мультимедіа є більш складними, і вони викликають додаткові проблеми з продуктивністю.

Тим не менше, це буде природно бачити додатки, що використовують скалярні та мультимедійні сенсори на одній платі, використовуючи постійні розробки більш потужних апаратних компонентів та більш ефективні стандарти зв'язку.

В контексті розумних міст програми IoT, як правило, розроблені для вирішення певної проблеми міського середовища. У цьому сенсі розумні міста, як правило, створюються за допомогою різних паралельних систем [5,33,34]. Беручи до уваги сучасний рівень у цій галузі та використання електронних плат з відкритим кодом, обрали групу загальних проблем розумного міста, які повинні вирішуватися такими платформами, представляючи останні роботи, що пропонують рішення для них.

Хоча додатків для інтелектуального міста потрібно вирішити набагато більше [33], обговорювані проблеми та пов'язані з ними підходи є гарним показником використання плат з відкритим кодом у цій галузі.

- Система паркування: Великі міста щодня стикаються з видимою проблемою паркування, і збільшення кількості автомобілів у міських районах постійно посилює цю проблему. Потім додатки IoT можуть використовуватися для управління безкоштовними паркувальними місцями, опосередковано зменшуючи затори та автомобільні аварії, коли скорочується час, що намагається знайти вільне місце;

- Мобільність: Ефективне переміщення транспортних засобів, запобігання аваріям, пом'якшення заторів та (громадське) відстеження транспортних засобів - деякі важливі послуги, які можуть посилити мобільність у міських районах;

- Енергоефективність: Стале та ефективне споживання енергії в міських районах є однією з проблем застосування інтелектуального міста. Більшість рішень у цій галузі виконують динамічне управління використанням енергетичних ресурсів.

2.8 Перспективи та майбутні напрямки

Прийняття платформ для розробки електроніки з відкритим кодом як ключових елементів для побудови додатків для моніторингу та управління має потенціал для прискорення очікуваних перетворень, завдяки розумним містам, транспортним мережам, розумному сільському господарству, інтегрованим медичній допомозі та іншим руйнівним програмам, які потенційно можуть змінити наше сприйняття та взаємодію зі світом.

3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих факторів

Шкідливий виробничий фактор – небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і вплив якого на працюючого може призвести до погіршення самопочуття, зниження працездатності, захворювання, виробничо зумовленого чи професійного, і навіть смерті, як результату захворювання. Небезпечний виробничий фактор – небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і дія якого за певних умов може призвести до травми або іншого раптового погіршення здоров'я працівника (гострого отруєння, гострого захворювання) і навіть до раптової смерті. Поділення несприятливих чинників виробничого середовища на шкідливі та небезпечні зумовлене різним характером їх дії на людський організм, тим, що вони потребують різних заходів та засобів для боротьби з ними та профілактики викликаних ними ушкоджень, а також рядом причин організаційного характеру.

В той же час між шкідливими та небезпечними виробничими факторами інколи важко провести чітку межу. Один і той же чинник може викликати травму і профзахворювання (наприклад, високий рівень іонізуючого або теплового випромінювання може викликати опік або навіть призвести до миттєвої смерті, а довготривала дія порівняно невисокого рівня цих же факторів – до хвороби; пилінка, що потрапила в око, спричиняє травму, а пил, що осідає в легенях, – захворювання, що зветься пневмоконіоз). Через це всі несприятливі виробничі чинники часто розглядаються як єдине поняття – небезпечний та шкідливий виробничий фактор (НШВФ). За своїм походженням та природою дії всі НШВФ можна поділити на 5 груп: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні та соціальні. До фізичних НШВФ відносяться машини та механізми або їх елементи, а також вироби, матеріали, заготовки тощо, які рухаються або обертаються; конструкції, які руйнуються;

системи, устаткування або елементи обладнання, які знаходяться під підвищеним тиском; підвищена запиленість та загазованість повітря; підвищена або понижена температура повітря, поверхонь приміщення, обладнання, матеріалів; підвищені рівні шуму, вібрації, ультразвуку, інфразвуку; підвищений або понижений барометричний тиск та його різкі коливання; підвищена та понижена вологість; підвищена швидкість руху та підвищена іонізація повітря; підвищений рівень іонізуючих випромінювань; підвищене значення напруги в електричній мережі; підвищені рівні статичної електрики, електромагнітних випромінювань; підвищена напруженість електричного, магнітного полів; відсутність або нестача світла; недостатня освітленість робочої зони; підвищена яскравість світла; понижена контрастність; прямий та віддзеркалений блиск; підвищена пульсація світлового потоку; підвищені рівні ультрафіолетової та інфрачервоної радіації; гострі країки, зачипки, шершавість на поверхні заготовок, інструментів та обладнання; розташування робочого місця на значній висоті відносно землі (підлоги); слизька підлога; невагомість.

Хімічні НШВФ: - за характером дії на організм людини поділяються на токсичні, задушливі, наркотичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні та такі, що впливають на репродуктивну функцію.

- за шляхами проникнення в організм людини поділяються на такі, що потрапляють через:

- 1) органи дихання;
- 2) шлунково-кишковий тракт;
- 3) шкіряні покриви та слизова оболонка.

- які перебувають у різному агрегатному стані:

- 1) твердому
- 2) газоподібному
- 3) рідкому

Біологічні НШВФ – це: - патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, грибки, найпростіші) та продукти їхньої життєдіяльності;

- макроорганізми (тварини та рослини) та продукти їхньої життєдіяльності. До психофізіологічних НШВФ відносяться фізичні (статичні та динамічні) перевантаження і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження). 6 Соціальні НШВФ – це неякісна організація роботи, понаднормова робота, змушеність праці в колективі з поганими відносинами між його членами, соціальна ізоляція з відривом від сім'ї, зміна біоритмів, незадоволеність роботою, фізична та/або словесна образа та її ризик, насильство та його ризик. Один і той же НШВФ за природою своєї дії може належати водночас до різних груп.

3.2 Вплив вібрації на людину

Вібрація - це механічні коливання пружних тіл або коливальні рухи механічних систем. Для людини вібрація є видом механічного впливу, який має негативні наслідки для організму.

Причиною появи вібрації є неврівноважені сили та ударні процеси в діючих механізмах. Створення високопродуктивних потужних машин і швидкісних транспортних засобів при одночасному зниженні їх матеріалоемності неминуче призводить до збільшення інтенсивності і розширення спектру вібраційних та віброакустичних полів. Цьому сприяє також широке використання в промисловості і будівництві високоефективних механізмів вібраційної та віброударної дії.

Дія вібрації може приводити до трансформування внутрішньої структури і поверхневих шарів матеріалів, зміни умов тертя і зносу на контактних поверхнях деталей машин, нагрівання конструкцій. Через вібрацію збільшуються динамічні навантаження в елементах конструкцій, стиках і сполученнях, знижується несуча здатність деталей, ініціюються тріщини, виникає руйнування обладнання. Усе це приводить до зниження строку служби устаткування, зростання імовірності аварійних ситуацій і

зростання економічних витрат. Вважають, що 80% аварій в машинах і механізмах здійснюється внаслідок вібрації. Крім того, коливання конструкцій часто є джерелом небажаного шуму. Захист від вібрації є складною і багатоплановою в науково-технічному та важливою у соціально-економічному відношеннях проблемою нашого суспільства.

Вплив вібрації на людину залежить від її спектрального складу, напрямку дії, прикладення, тривалості впливу, а також від індивідуальних особливостей людини.

При оцінці вібраційного впливу потрібно враховувати, що коливальні процеси притаманні живому організму. В основі серцевої діяльності і кровообігу та біоелектричних струмів мозку лежать ритмічні коливання. Внутрішні органи людини можна розглядати як коливальні системи з пружними зв'язками. Частоти їх власних коливань лежать у діапазоні 3..6 Гц. Частоти власних коливань плечового пояса, стегон і голови щодо опорної поверхні (положення стоячи) складають 4...6 Гц, голови щодо плечей (положення сидячи) 25...30 Гц.

При впливі на людину зовнішніх коливань (хитавиці, струсів, вібрації) відбувається їхня взаємодія з внутрішніми хвильовими процесами, виникнення резонансних явищ. Так, зовнішні коливання частотою менш 0,7 Гц утворюють хитавицю і порушують у людини нормальну діяльність вестибулярного апарата. Інфразвукові коливання (менш 16 Гц), впливаючи на людину, пригнічують центральну нервову систему, викликаючи почуття тривоги, страху. При певній інтенсивності на частоті 6..7 Гц інфразвукові коливання, втягуючи у резонанс внутрішні органи і систему кровообігу, здатні викликати травми, розриви артерій, тощо.

Вібрація, що діє на людину, має широкий діапазон – від десятих часток одного до декількох тисяч Гц. Характерними ознаками шкідливого впливу вібрації на людину є можливі зміни у функціональному стані: підвищена втома, збільшення часу моторної реакції, порушення вестибулярної реакції. Медичними дослідженнями встановлено, що вібрація є подразником периферичних нервових закінчень, розташованих на ділянках тіла людини, що

сприймають зовнішні коливання. Адекватним фізичним критерієм оцінки її впливу на організм людини є коливальна енергія, що виникає на поверхні контакту, а також енергія, поглинена тканинами і передана опорно-руховому апарату та іншим органам. У результаті впливу вібрації виникають нервово-судинні розлади, ураження кістково-суглобної та інших систем організму. Відзначаються, наприклад, зміни функції щитовидної залози, сечостатевої системи, шлунково-кишкового тракту. Так, медичні дослідження показали, що у працюючих в умовах вібрації відбуваються значні зміни кістково-суглобної системи, які виражаються у функціональній перебудові кісткової тканини, регіональному остеопорозі, кістковидних утвореннях у кістках, асептичному некрозі кісток, хронічних переломах. Відзначається, що терміни виникнення змін у кістках у працівників вібраційних професій коливається в межах від 6-8 місяців до 2-5 років.

Шкідливість вібрації збільшується при одночасному впливі на людину таких факторів, як знижена температура, підвищений шум, запиленість повітря, тривала статична напруга тощо. Сучасна медицина розглядає виробничу вібрацію як могутній стрес-фактор, що має негативний вплив на психомоторну працездатність, емоційну сферу і розумову діяльність, підвищує ймовірність виникнення різних захворювань і нещасних випадків. Особливо небезпечний тривалий вплив вібрації для жіночого організму. Широкий комплекс патологічних відхилень, викликаний впливом вібрації на організм людини, кваліфікується як віброзахворювання.

ВИСНОВКИ

Загальноміська бездротова мережа необхідна для досягнення цілей розумного міста. Питання полягають у тому, хто і як його будуватиме, хто і як його підтримуватиме, хто і як це платитиме, кому це буде корисно і як.

У цій роботі описано різні альтернативні платформи. Вважаємо, що розумне місто починається з розумних громад, а участь громади є важливою у побудові бездротової мережі в місті.

Використання програмної платформи, а не спеціальних рішень, є більш надійним і стійким способом підтримки функцій, необхідних для роботи в розумному місті.

Поява нових апаратних та комунікаційних технологій на початку цього століття передбачала низку нововведень у способі збору та обробки інформації, і перші кроки в цьому напрямку були початкові розробки бездротових сенсорних мереж.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Harrison C, Donnelly IA (2011) A Theory of Smart Cities. Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS. Hull: International Society for the Systems Sciences.
2. Schaffers H, Komninos N, Pallot M, Trousse B, Nilsson M, Oliveira A (2011) Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation, Lecture Notes in Computer Science.
3. T. M. Heng and L. Low, “The intelligent city: Singapore achieving the next lap: Practitioners forum,” *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 5, no. 2, pp. 187–202, 1993.
4. Q. Li and S. Lin, “Research on digital city framework architecture,” in *Proceedings of the International Conferences on Info-Tech and Info-Net, ICII 2001*, pp. 30–36, Beijing, China, November 2001.
5. T. Ishida, H. Ishiguro, and H. Nakanishi, “Connecting digital and physical cities,” in *Digital Cities II: Computational and Sociological Approaches*, vol. 2362 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 246–256, Springer, Berlin, Germany, 2002.
6. R. Giffinger, C. Fertner, H. Kramar, R. Kalasek, Pichler- Milanovic’, and N. Meijers, *Smart Cities: Ranking of European Medium-Sized Cities*, Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology, Vienna, Austria, 2007.
7. C. Harrison, B. Eckman, R. Hamilton et al., “Foundations for smarter cities,” *IBM Journal of Research and Development*, vol. 54, no. 4, pp. 1–16, 2010.
8. G. P. Hancke, B. D. C. de Silva, and G. P. Hancke Jr., “The role of advanced sensing in smart cities,” *Sensors*, vol. 13, no. 1, pp. 393–425, 2013.
9. S. Dirks and M. Keeling, *A Vision of Smarter Cities: How Cities Can Lead The Way into A Prosperous and Sustainable Future*, IBM Global Business Services, Somers, NY, USA, 2009.
10. A. Mahizhnan, “Smart cities: The Singapore case,” *Cities*, vol. 16, no. 1, pp. 13–18, 1999.

11. G. Rudolf, C. Fertner, H. Kramar, R. Kalasek, N. Pichler- Milanovic, and E. Meijers, "Smart cities-ranking of European medium-sized cities," Tech. Rep., Vienna Centre of Regional Science, 2007.
12. J. M. Eger, "Smart growth, smart cities, and the crisis at the pump a worldwide phenomenon," *I-WAYS-The Journal of EGovernment Policy and Regulation*, vol. 32, no. 1, pp. 47–53, 2009.
13. R. Moss Kanter and S. S. Litow, "Informed and interconnected: A manifesto for smarter cities," Tech. Rep. 09-141, Harvard Business School General Management Unit Working Paper, 2009.
14. M. N. K. Boulos, A. D. Tsouros, and A. Holopainen, "Social, innovative and smart cities are happy and resilient: insights from the who euro 2014 international healthy cities conference," *International Journal of Health Geographics*, vol. 14, no. 1, article 3, 2015.
15. Cimmino A, Pecorella T, Fantacci R, Granelli F, Rahman T, Sacchi C et al. (2013) The Role of Small Cell Technology in Future Smart City. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies* 25: 11-20.
16. Hao L, Lei X, Yan Z, ChunLi Y (2012) The application and implementation research of smart city in China. *System Science and Engineering (ICSSE)*, Dalian, Liaoning, China.
17. S. Alawadhi, A. Aldama-Nalda, H. Chourabi et al., "Building understanding of smart city initiatives," in *EGOV 2012: Electronic Government*, vol. 7443 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 40–53, 2012.
18. R. Carli, M. Dotoli, R. Pellegrino, and L. Ranieri, "Measuring and managing the smartness of cities: A framework for classifying performance indicators," in *Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, SMC 2013*, pp. 1288–1293, Manchester, UK, October 2013.
19. M. H. Moore, *Creating Public Value: Strategic Management in Government*, Harvard University Press, 1995.
20. J. Benington and M. H. Moore, *Public value: Theory and practice*, Palgrave Macmillan, Basingstoke, UK, 2011.

21. B. Baccarne, P. Mechant, and D. Schuurman, "Empowered Cities? An Analysis of the Structure and Generated Value of the Smart City Ghent," in *Smart City*, Progress in IS, pp. 157–182, Springer International Publishing, 2014.
22. P. Neirotti, A. De Marco, A. C. Cagliano, G. Mangano, and F. Scorrano, "Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts," *Cities*, vol. 38, pp. 25–36, 2014.
23. T. Sousa, H. Morais, J. Soares, and Z. Vale, "Day-ahead resource scheduling in smart grids considering Vehicle-to-Grid and network constraints," *Applied Energy*, vol. 96, pp. 183–193, 2012.
24. L. Gomes, P. Faria, H. Morais, Z. Vale, and C. Ramos, "Distributed, agent-based intelligent system for demand response program simulation in smart grids," *IEEE Intelligent Systems*, vol. 29, no. 1, pp. 56–65, 2014.
25. J. F. De Paz, J. Bajo, S. Rodríguez, G. Villarrubia, and J. M. Corchado, "Intelligent system for lighting control in smart cities," *Information Sciences*, vol. 372, pp. 241–255, 2016.
26. J. Vatanen and R. Kingston, "Smart cities and green growth: Outsourcing democratic and environmental resilience to the global technology sector," *Environment and Planning A*, vol. 46, no. 4, pp. 803–819, 2014.
27. A. Gonzalez-Briones, J. Prieto, F. De La Prieta, E. Herrera-Viedma, and J. M. Corchado, "Energy optimization using a case-based reasoning strategy," *Sensors*, vol. 18, no. 3, 2018.
28. P. Chamoso, J. F. De Paz, S. Rodríguez, and J. Bajo, "Smart Cities Simulation Environment for Intelligent Algorithms Evaluation," in *ISAmI 2016: Ambient Intelligence- Software and Applications – 7th International Symposium on Ambient Intelligence (ISAmI 2016)*, vol. 476 of *Advances in Intelligent Systems and Computing*, pp. 177–187, Springer International Publishing, 2016.
29. A. Gonzalez-Briones, P. Chamoso, H. Yoo, and J. M. Corchado, "GreenVMAS: Virtual organization based platform for heating greenhouses using waste energy from power plants," *Sensors*, vol. 18, no. 3, 2018.

30. S. Barthel and C. Isendahl, "Urban gardens, Agriculture, and water management: Sources of resilience for long-term food security in cities," *Ecological Economics*, vol. 86, pp. 224–234, 2013.
31. C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen, and D. Georgakopoulos, "Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things," *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, vol. 25, no. 1, pp. 81–93, 2014.
32. K. Nowicka, "Smart city logistics on cloud computing model," *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 151, pp. 266–281, 2014.
33. S. H orold, C. Mayas, and H. Kr omker, "Towards paperless mobility information in public transport," in *Human-Computer Interaction: Design and Evaluation*, vol. 9169 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 340–349, Springer International Publishing, 2015.
34. T. Jeske, "Floating car data from smartphones: What google and waze know about you and how hackers can control traffic," in *Proceedings of the BlackHat Europe*, pp. 1–12, Amsterdam, Netherlands, 2013.
35. A. Krylovskiy, M. Jahn, and E. Patti, "Designing a smart city internet of things platform with microservice architecture," in *Proceedings of the 3rd International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud '15)*, pp. 25–30, Rome, Italy, August 2015.
36. X. Liu, X. Wang, G. Wright, J. C. P. Cheng, X. Li, and R. Liu, "A state-of-the-art review on the integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS)," *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 6, no. 2, article 53, 2017.
37. S. U. M. Tobi, D. Amaratunga, and N. M. Noor, "Social enterprise applications in an urban facilities management setting," *Facilities*, vol. 31, no. 5/6, pp. 238–254, 2013.
38. L. Hernandez, C. Baladron, J. M. Aguiar et al., "A survey on electric power demand forecasting: Future trends in smart grids, microgrids and smart buildings," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 16, no. 3, pp. 1460–1495, 2014.

39. T. A. Nguyen and M. Aiello, "Energy intelligent buildings based on user activity: a survey," *Energy and Buildings*, vol. 56, no. 1, pp. 244–257, 2013.
40. C. Wilson, T. Hargreaves, and R. Hauxwell-Baldwin, "Smart homes and their users: a systematic analysis and key challenges," *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 19, no. 2, pp. 463–476, 2014.
41. U. Gretzel, M. Sigala, Z. Xiang, and C. Koo, "Smart tourism: foundations and developments," *ElectronicMarkets*, vol. 25, no. 3, pp. 179–188, 2015.
42. C.Koo,F.Ricci, C. Cobanoglu, andF.Okumus, "Special issue on smart, connected hospitality and tourism," *Information Systems Frontiers*, vol. 19, no. 4, pp. 699–703, 2017.
43. P. Kumar, L. Morawska, C. Martani et al., "The rise of lowcost sensing for managing air pollution in cities," *Environment International*, vol. 75, pp. 199–205, 2015.
44. Z. Khan, Z. Pervez, and A. Ghafoor, "Towards cloud based smart cities data security and privacymanagement," in *Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Conference on Utility and Cloud Computing, UCC 2014*, pp. 806–811, London, UK, December 2014.
45. A. Gonzralez-Briones, G.Villarrubia, J. F.De Paz, and J.M.Corchado, "A multi-agent system for the classification of gender and age from images," *Computer Vision and Image Understanding*, 2018, In Press.
46. A. Solanas, C. Patsakis,M. Conti et al., "Smart health: a contextaware health paradigm within smart cities," *IEEE Communications Magazine*, vol. 52, no. 8, pp. 74–81, 2014.
47. A. D. Black, J. Car, C. Pagliari et al., "The impact of ehealth on the quality and safety of health care: a systematic overview," *PLoS Medicine*, vol. 8, no. 1, Article ID e1000387, 2011.
48. A.Hussain, R.Wenbi,A. L. Da Silva, M. Nadher, andM. Mudhish, "Health and emergency-care platform for the elderly and disabled people in the Smart City," *The Journal of Systems and Software*, vol. 110, pp. 253–263, 2015.

49. J. Borr`as, A. Moreno, and A. Valls, “Intelligent tourism recommender systems: a survey,” *Expert Systems with Applications*, vol. 41, no. 16, pp. 7370–7389, 2014.

50. T. Clohessy, T. Acton, and L.Morgan, “Smart city as a service (SCaaS): A future roadmap for e-government smart city cloud computing initiatives,” in *Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Conference on Utility and Cloud Computing, UCC 2014*, pp. 836–841, London, UK, December 2014.

51. S. M. Ali, C. A. Mehmood, A. Khawja et al., “Micro-controller based smart electronic voting machine system,” in *Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on Electro/Information Technology, EIT 2014*, pp. 438–442, Milwaukee, Wis, USA, June 2014.

52. M. Janssen and J. van den Hoven, “Big and Open Linked Data (BOLD) in government: A challenge to transparency and privacy?” *Government Information Quarterly*, vol. 32, no. 4, pp. 363–368, 2015.

53. S. Y. Perng, R. Kitchin, and D. Mac Donncha, “Hackathons, entrepreneurship and the passionate making of smart cities,” 2017.

54. B. Ridel, P. Reuter, J. Laviolle, N. Mellado, N. Couture, and X. Granier, “The revealing flashlight: Interactive spatial augmented reality for detail exploration of cultural heritage artifacts,” *Journal on Computing and Cultural Heritage*, vol. 7, no. 2, article 6, 2014.

55. T. Kim, J. Y. Cho, and B. G. Lee, “Evolution to smart learning in public education: a case study of korean public education,” in *Open and Social Technologies for Networked Learning*, vol. 395 of *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, pp. 170–178, Springer, Berlin, Germany, 2013.

56. T. Di Mascio, P. Vittorini, R. Gennari, A. Melonio, F. De La Prieta, and M. Alrifai, “The learners’ user classes in the TERENCE adaptive learning system,” in *Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2012*, pp. 572–576, Rome, Italy, July 2012.

57. M. Kavaratzis, "From city marketing to city branding: towards a theoretical framework for developing city brands," *Place Branding and Public Diplomacy*, vol. 1, no. 1, pp. 58–73, 2004.
58. P. Chamoso, A. Rivas, S. Rodríguez, and J. Bajo, "Relationship recommender system in a business and employment-oriented social network," *Information Sciences*, vol. 433-434, pp. 204–220, 2018.
59. R. Minerva, A. Biru, and D. Rotondi, "Towards a definition of the internet of things (iot)," *IEEE Internet Initiative*, no. 1, 2015.
60. O. Said and M. Masud, "Towards internet of things: Survey and future vision," in *Proceedings of the International Journal of Computer Networks 5(1)*, vol. 5, 2013.
61. A. Iera, C. Floerkemeier, J. Mitsugi, and G. Morabito, "The Internet of things," *IEEE Wireless Communications Magazine*, vol. 17, no. 6, pp. 8-9, 2010.
62. G. Wu, S. Talwar, K. Johnsson, N. Himayat, and K. D. Johnson, "M2M: from mobile to embedded internet," *IEEE Communications Magazine*, vol. 49, no. 4, pp. 36–43, 2011.
63. S. Okuya, "M2M and big data to realize the smart city," *NEC Technical Journal*, vol. 7, no. 2, pp. 67–71, 2012.
64. H. Okkonen, O. Mazhelis, P. Ahokangas et al., "Internet-of-things market, value networks, and business models: state of the art report," *Computer Science and Information Systems Reports* 39, 2013.
65. P. Mell, T. Grance et al., *The Nist Definition of Cloud Computing*, 2011.
66. M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith et al., "A view of cloud computing," *Communications of the ACM*, vol. 53, no. 4, pp. 50–58, 2010.
67. A. Mukherjee, "Iot and the rise of smart machines – prosperity or doomsday," in *Proceedings of the International Conference on Digital Libraries (ICDL) 2016: Smart Future: Knowledge Trends that will Change the World*, The Energy and Resources Institute, pp. 116–125, 2016.