

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний економічний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії

АДАМІВ Віталій Михайлович

**Алгоритми захисту об'єктів розумного міста на
основі модуля ESP8266 / Security Algorithms of
Smart City Facilities Using ESP8266 Module**

спеціальність: 123 - Комп'ютерна інженерія
магістерська програма - Комп'ютерна інженерія

Магістерська робота

Виконав студент групи КІм-21
В. М. Адамів

Науковий керівник:
д.т.н., професор, В. М. Теслюк

Магістерську роботу допущено
до захисту:

"11" 01 2018 р.

Завідувач кафедри

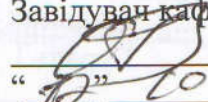
О. М. Березький

ТЕРНОПІЛЬ - 2018

Тернопільський національний економічний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії
Освітній ступінь «магістр»
спеціальність: 123 - Комп'ютерна інженерія
магістерська програма - Комп'ютерна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 О.М. Березький
"10" 2016р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Адамів Віталій Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема магістерської роботи «Алгоритми захисту об'єктів "розумного міста" на основі модуля ESP 8266/ Security Algorithms of Smart City Facilities Using ESP8266 Module»

керівник роботи д.т.н., професор Теслюк В.М.

затверджені наказом по університету від 11 жовтня 2016 р. № 669.

2. Строк подання студентом роботи «15» січня 2018 року

3. Вихідні дані до магістерської роботи

Об'єкт дослідження – процес захисту об'єктів "розумного міста".

Предмет дослідження – алгоритми захисту автостоянок в "розумному місті".

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

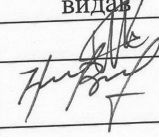
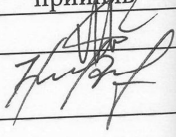
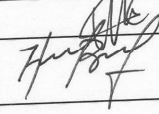
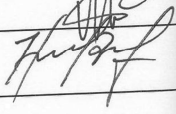
- дослідити предметну область;
- дослідити сучасні алгоритми відеокомпресії;
- дослідити модуль ESP 8266;
- вибрати апаратне забезпечення для системи;
- виконати тестування.

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

- мета роботи, об'єкт та задачі дослідження;
- розумне місто;
- модуль і його аналоги;
- порівняння алгоритмів;
- алгоритм відеокомпресії Н.264;
- алгоритм відеокомпресії Н.265;
- апаратне забезпечення системи;

- алгоритм роботи системи;
- тестування роботи системи програмою Zond 265.

6. Консультанти розділів магістерської роботи

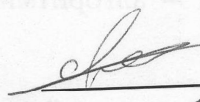
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Антиплагиат	Мельник Г.М., доцент		
Нормо-контроль	Гураль І. В., викладач		

7. Дата видачі завдання «___» _____ 20__ р.

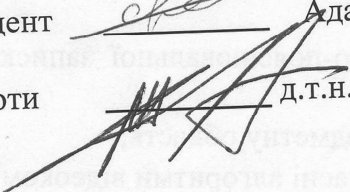
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів магістерської роботи	Примітка
1	Аналіз алгоритмів методів та засобів об'єктів "розумного міста"	3.11.2016 – 1.01.2017	
2	Алгоритм функціонування комп'ютерної системи	2.01.2017 – 31.05.2017	
3	Технічна реалізація системи	1.06.2017 – 25.01.2018	
4	Нормоконтроль, попередній захист	16.01.2018 – 2.02.2018	
5	Захист	4.02.2018	

(підпис)

Студент 

Адамів В.М.

Керівник магістерської роботи 

д.т.н., професор Теслюк В.М.

РЕЗЮМЕ

Магістерська робота на тему “Алгоритми захисту “розумного міста” на основі модуля ESP 8266” зі спеціальності 123 “Комп'ютерна інженерія” написана обсягом 86 сторінок з них 42 ілюстрації, 5 таблиць, 3 додатки, та 50 джерел за переліком посилань.

Метою роботи є покращення алгоритму захисту автостоянок використовуючи новітні засоби відеокомпресії і апаратне забезпечення.

Методи дослідження базуються на використанні алгоритмів відеокомпресії і апаратного забезпечення для попередження і передбачення крадіжок автомобілів.

Результати дослідження алгоритм системи захисту авто стоянок на основі модуля ESP 8266 використовуючи новітні алгоритми відеокомпресії.

Результати роботи можуть бути використані у сфері захисту “розумного міста” для захисту автомобілів на авто стоянках біля житлових будинків. Система повинна попереджувати про загрозу викрадень автомобіля. І попереджати про загрозу повідомленнями власникам автомобілів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МОДУЛЬ ESP 8266, РОЗУМНЕ МІСТО, ЗАХИСТ, ВІДЕОКОМПРЕСІЯ, АВТОСТОЯНКИ.

RESUME

Master's work on the theme "Algorithms for the protection of a smart city" on the basis of the ESP 8266 module " in the specialty 123 " Computer Engineering "is written in the volume of 86 pages including 42 illustrations, 5 tables, 3 annexes, and 50 sources

The aim of the work is to improve the algorithm of parking parking protection using the latest video compression algorithms and hardware.

The research methods are based on used video compression algorithms and hardware for preventing and predicting theft of cars.

The results of the research algorithm of the system of parking parking protection on the basis of the module ESP 8266 using the latest video compression algorithms.

The results of the work can be used in the field of "smart city" protection to protect cars in car parking lots near residential buildings. The system should warn about the threat of car theft. And to warn about the threat of notifications to car owners.

KEYWORDS: ESP 8266 MODULE, CLEAR CITY, PROTECTION, VIDEO-COMPRESSION, CARBONS.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз алгоритмів методів та засобів об'єктів “розумного міста”	9
1.1 Розумне місто і його складові.....	9
1.2 Аналіз алгоритмів відеокомпресії	17
1.3 Аналіз апаратних засобів.....	23
1.4 Постановка завдання.....	29
2 Алгоритм функціонування комп'ютерної системи	32
2.1 Алгоритм роботи системи	32
2.2 Алгоритм відеокомпресії H.264.....	34
2.3 Алгоритм відеокомпресії H.265.....	38
2.4 Порівняння алгоритмів відеокомпресії.....	42
3 Технічна реалізація системи	53
3.1 Вибір апаратного забезпечення	53
3.1.1 Вибір IP-камери.....	53
3.1.2 Вибір однопалатного комп'ютера	58
3.2 Програмна забезпечення	63
3.3 Налаштування і тестування системи.....	66
Висновки	76
Список використаних джерел.....	77
Додаток А Алгоритм роботи системи.....	81
Додаток Б Світлокопії виданих публікацій.....	82
Додаток В Довідка про використання.....	85

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному світі з ростом населення збільшується і кількість транспортних засобів. Збільшуються і розвиваються технологічно міста. Використовуючи сучасні технології безпеки і методи управління міста перетворюються в “розумні міста”. У свою чергу “розумні міста” створюються для людей які проживають в ньому. Але навіть “розумні міста” не можуть побороти крадіжки автомобілів. Відповідно для покращення безпеки автомобілів “розумного міста” потрібно використовувати новітні алгоритми захисту. Які будуть передбачати крадіжку і застерігати про неї власників автомобілів.

Мета і завдання дослідження. Метою є покращення алгоритмів захисту автомобілів які знаходяться на автостоянках. Використовуючи для цього новітні апаратні-програмні методи. Які зможуть передбачати крадіжку автомобіля.

Для рішення поставної мети потрібно дослідити наступні задачі:

- дослідити основні елементи безпеки “розумного міста”;
- дослідити модуль ESP 8266;
- дослідити алгоритм відеокompresії H.264;
- дослідити алгоритм відеокompresії H.265;
- дослідити одноплатні комп’ютери;
- дослідити бездротові цифрові камери;
- розробити програмно-апаратний алгоритм захисту;
- провести тестування на спеціалізованому програмному забезпеченню.

Об’єкт дослідження. Процес захисту об’єктів “розумного міста”. Під об’єктами розуміються автостоянки і автомобілі які знаходяться в них.

Предмет дослідження. Алгоритми захисту автостоянок в “розумному місті”.

Методи дослідження. Базуються на використанні алгоритмів відеокompresії для попередження і передбачення крадіжок автомобілів. Для цього буде використано апаратне забезпечення як модуль ESP 8266 і інтелектуальні камери які зможуть передавати повідомлення в разі загрози автомобілю. Також

програмне забезпечення як алгоритми відеокомпресії які зможуть зменшити загрузку системи, що пришвидшить її роботу.

Наукова новизна. Вдосконалено алгоритми захисту автостоянок використовуючи модуль ESP 8266 і алгоритми відеокомпресії. При отриманні результатів система показала себе з хорошої сторони. Модуль ESP 8266 був точкою доступу для цифрових камер. Передавав і одержував дані які надходять з камер. Алгоритми відеокомпресії дозволили зменшити розмір відео, що зменшило загрузку на мережу, а саме на модуль. Якість відео при цьому не помінялась.

Публікації. Основні результати дослідження опубліковано на конференції АСПТ 2017. Дослідження проведено в рамках “Алгоритми захисту об’єктів “розумного міста” на основі модуля ESP 8266” [1].

Впровадження результатів магістерської роботи. Результати даної магістерської роботи плануються до впровадження та подальшого вдосконалення на базі ПП "Локус плюс".

1 АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ОБ'ЄКІВ «РОЗУМНОГО МІСТА»

1.1 Розумне місто і його складові

«Розумне місто» - містобудівна концепція інтеграції декількох інформаційних і комунікаційних технологія (ІКТ) для управління міським майном; активи міста включають, але не обмежуються, місцеві відділи інформаційних систем, школи, бібліотеки, транспорт, лікарні, електростанції, системи водопостачання та управління відходами, правоохоронні органи та інші громадські служби [2].

Метою створення «розумного міста» є поліпшення якості життя за допомогою технології міський інформатики для підвищення ефективності обслуговування і задоволення потреб резидентів. ІКТ дозволяють міській владі безпосередньо взаємодіяти з спільнотами та міською інфраструктурою, і стежити за тим, що відбувається в місті, як місто розвивається, і які способи дозволяють поліпшити якість життя. За рахунок використання датчиків, інтегрованих в режимі реального часу, накопичені дані від міських жителів і пристроїв обробляються і аналізуються. Зібрана інформація є ключем до вирішення проблем неефективності [3,4].

ІКТ використовуються для підвищення якості, продуктивності і інтерактивності міських служб, зниження витрат і споживання ресурсів, поліпшення зв'язку між міськими жителями і державою. Застосування технології «розумного міста» розвивається з метою поліпшення управління міськими потоками і швидкої реакції на складні завдання. Тому «розумне місто» більш підготовлений до вирішення проблем, ніж при простому «операційному» стосунках із своїми громадянами. Проте, сам термін залишається неясним у своїй специфіці, і, отже, передбачає безліч тлумачень і обговорень [2,6,10].

Галузі, які покращують технологію «розумного міста» включають в себе державні послуги, управління міської транспортної мережею, раціональне

використання енергії, охорону здоров'я, раціональне використання води, інноваційні сільське господарство і утилізація відходів.

Основні технологічні, економічні та екологічні зміни стали причиною появи інтересу до «розумних міст», в тому числі зміна клімату, структурна перебудова економіки, перехід до онлайн-роздрібної торгівлі та розваг, старіння населення, зростання чисельності міського населення і тиску на державні Фінанси [3-5].

В основному розрізняють так основні функції розумного міста:

– енергоефективність - ефективне (раціональне) використання енергетичних ресурсів - досягнення економічно виправданою ефективності використання ПЕР при існуючому рівні розвитку техніки і технології і дотриманні вимог до охорони навколишнього середовища. Ефективне використання енергії - використання меншої кількості енергії, щоб забезпечити той же рівень енергетичного забезпечення будівель або технологічних процесів [6,7];

– здоров'я - найважливіша складова людського благополуччя. Ніякі краси світу, багатства і успіхи не доставлять задоволення, якщо не буде сил і фізичної можливості це прийняти. Серйозну увагу в структурі "Розумного міста" відводиться охороні здоров'я, яке повинно бути високотехнологічним і ефективним.

«Розумна система охорони здоров'я» - та, яка ефективно використовує інформацію, детально її аналізує і швидко застосовує, використовуючи електронну інтеграційну систему даних по пацієнтам. Це дозволить зменшити число лікарських помилок і підвищити ефективність лікування. Повинен бути налагоджений постійний обмін інформацією так, щоб будь-який лікар міг отримати доступ до повної актуальної історії хвороби звертається до нього пацієнта і швидше підібрати потрібний курс терапії.

Використання високотехнологічного медичного обладнання дозволить лікарям автоматично, в реальному часі, отримувати точну інформацію про пацієнтів, а значить індивідуально підійти до кожного пацієнта, підібравши найкращий спосіб лікування. Інноваційна модель розвитку охорони здоров'я

будується на єдності науки, освіти і практики, з метою ефективного співробітництва з провідними країнами та науковими центрами, а також державно-приватного партнерства [7-9];

– транспорт «розумного міста» ґрунтується на інтелектуальній транспортній системі. Це означає інтеграцію оперативного управління всіма видами транспорту і можливість реакції на події в режимі реального часу. Важливо, що транспортна система є складовою частиною всієї системи «розумне місто», і тому повинна мати у своєму розпорядженні дружнім до користувача інтерфейсом.

Головна інновація «розумного міста» щодо транспорту - це створення міста, орієнтованого на пішохода і прагненні звести використання приватного транспорту до мінімуму. Тому серйозну увагу в транспортній системі приділяється громадському транспорту.

Критичні для успішного функціонування системи вузли - це в першу чергу транспортно-пересадочні вузли, куди так само входять перехоплюючі паркінги. Для того щоб забезпечити їх функціонування, необхідна інтеграція інформаційних і навігаційних систем в рамках єдиної платформи «розумного міста». Велике значення в інтелектуальній транспортній системі має наявність єдиного транспортного інтерфейсу, орієнтованого на потреби жителів розумного міста і гостей, всередині якого можна знайти і використовувати безліч сервісів - від підказки, на яку пар ковку вести машину, до оповіщення про термін прибуття громадського транспорту [10-12].

– інноваційне місто, розумне місто, зелене місто - не різні взаємодоповнюючі концепції, а суть одне й те саме. Стара, нетехнологічна економіка формувала навколо себе брудні і некомфортні міста, де кращі місця віддані індустріальним об'єктам, гірші - жителям, народженим для того, щоб ці об'єкти обслуговувати. І навпаки, обслуговуючий персонал інноваційної економіки пред'являє настільки високі вимоги до якості середовища проживання, що служить джерелом все зростаючого попиту на «зелені» квартали, енергоефективні будинки, ергономічні офіси і велосипедні доріжки.

Ідеологія і технології, що дозволяють берегти природу, - міське винахід. Ці поняття пов'язані: щоб винаходити або налагоджувати виробництво сучасних енергозберігаючих механізмів, необхідно мислити екологічно. Мислити в категоріях майбутнього.

Розумне місто це в першу чергу місто з чистою водою і повітрям, зеленими парками, автомобілями, які не залишають за собою сизий шлейф на чотири квартали, місто, в якому хоче жити кожен. Міський «екологічний рай» будується на безлічі «розумних» технологій, які дозволяють поліпшити екологічну обстановку і захистити навколишнє середовище від негативного впливу в результаті життєдіяльності людини.[13,14]

– на сьогоднішній день інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) зарекомендували себе як одне з найбільш ефективних засобів вирішення міських проблем. Для цього необхідний системний підхід: різноманітні складові міського розвитку повинні бути об'єднані в єдину систему.

Сьогодні можна зафіксувати 5 найважливіших трендів, здатних вже в недалекому майбутньому серйозно змінити вигляд міст і причетних до ІКТ:

- віддалений доступ до всіх видів сервісів і послуг;
- «розумна» міська інфраструктура;
- впровадження ІКТ-рішень для забезпечення громадської та інформаційної безпеки;
- «Інтернет речей»;
- розвиток бездротових комунікаційних технологій.

Житель «Розумного міста» зможе заощадити час, не вистоюючи в чергах, а отримавши віддалено все муніципальні послуги, отримуючи необхідну інформацію про роботу громадського транспорту, різних установ, він може отримувати дистанційна освіта, беручи участь в вебінарах і прослуховуючи лекції, не виходячи з дому. Одним словом, житель «Розумного міста» сам розпоряджається своїм життям, вибудовуючи то розклад, той графік відвідування навчання, роботи, установ, місць відпочинку, який зручний саме йому. А все комунікаційні технології існують, щоб допомогти йому в цьому.[15,16]

– інфраструктура «розумного міста» допомагає комунальній сфері, підприємствам і домогосподарствам підвищити економічну ефективність; знизити навантаження на навколишнє середовище; забезпечити комфорт і безпеку жителів і гостей міста.

Це досягається за рахунок системи зв'язків між модулями транспортної та інженерної систем, створення ергономічних контурів управління, а також підвищення рівня інформованості та оперативності міських служб. Єдина мережа датчиків регулює функціонування основних систем життєзабезпечення міста, стежить за рухом транспортних засобів, контролює стан конструктивних елементів будівель, постачає диспетчерські пункти як візуальної, так і статистично обробленої інформацією.

Прописані, постійно оновлюються (і, в разі необхідності, активізуються) алгоритми і сценарії, які допомагають міським службам приймати оперативні і при цьому зважені рішення в будь-якій, навіть нештатної ситуації. Основа і результат існування інфраструктури «розумного міста» - єдиний інформаційний простір обробки міських процесів і процедур - від природоохоронних до соціальних [16,17].

– дистанційна освіта та електронне навчання поклали початок нової світової тенденції - розумне освіту. Йдеться вже не стільки про технології, скільки про філософію освіти. Smart education або розумне навчання - це гнучке навчання в живій і постійно мінливій освітньому середовищі. Максимальну доступність знань забезпечує те, все інформація знаходиться у вільному доступі. При цьому освітній процес стає більш інтерактивним з різноманітністю підходів до проблематики.

Розумна освіта - це перехід від пасивного контенту до активного, онлайнного. Електронне навчання забезпечує двосторонній зв'язок між викладачами та студентами, дозволяє обмінюватися знаннями, причому не грає ролі, як далеко співрозмовники знаходяться один від одного. Таким чином, електронне навчання вплелось в структуру цифрового суспільства і навіть є його центральним, основним елементом.

Розумна освіта уможливило об'єднання навчальних закладів і професорсько-викладацького складу для здійснення спільної освітньої діяльності в мережі Інтернет на базі загальних стандартів, угод і технологій. Розумна система освіти вже частково реалізується, що дозволяє студентам брати участь в розробці конкретних дисциплін і переміщатися з вузу до вузу без переекзаменування, а викладачам розробляти індивідуальний підхід для кожного студента завдяки дисциплін за вибором, не витрачаючи зайвий час на технічні вимоги, пов'язані з розробкою курсу [18,19].

– безпека - ключове слово в списку пріоритетів для кожної людини, будь то особиста безпека, житла або бізнесу. Сучасні дослідження в цій темі спрямовані не на подолання проблем, а їх передбачення, адже якщо передбачити загрози і відповідним чином планувати захист, то ризики можна звести до мінімуму.

Говорячи про безпечний місті, ми маємо на увазі не тільки оснащення дворів і критичних об'єктів міської інфраструктури камерами спостереження, а й організацію безпечного руху транспорту, боротьбу з криміногенною обстановкою, забезпечення інформаційної безпеки, антитерористичну діяльність, боротьбу з наркоманією, проституцією і педофілією, максимально зручну та безпечну організацію міського простору (дороги, паркінги, двори, сквери тощо).

Для вирішення поставлених завдань потрібно зовсім новий інтегрований підхід, що включає об'єднання технічної та гуманітарної складових проблеми забезпечення міської безпеки. Безпечні технології критичних інфраструктур, захищені телекомунікації і безпеку кожного громадянина, включаючи його персональні дані, робота по вихованню та прищеплення морального способу життя - ось той фундамент, на основі якого можна зводити фізичне будівлю такого складного соціально-технічного об'єкта як «безпечний розумний місто».

Європейський Союз (ЄС) виробляє постійні зусилля, спрямовані на розробку стратегії досягнення «розумного» зростання міст для найбільших міст-регіонів. ЄС розробив цілий ряд програм в рамках «порядку денного Європи». У 2010 році ця програма приділила особливу увагу зміцненню інновацій та

інвестицій у сфері послуг ІКТ з метою вдосконалення державних послуг та якості життя.

Європейський союз в 2014 році створила стандарт ISO. В якому вказали основні вимоги до “розумного міста”

Новий стандарт ISO, що встановлює основні показники оцінки міських послуг та якості життя може мати колосальне значення для швидшого залучення інвесторів у справи вирішення та покращення життя мешканців міст.

Нормативна база для систем розумне місто (інтелектуальне місто, smart city) зведена в каталог міжнародних норм ISO 37120: 2014. Документ передбачає 100 показників, які розміщені в 17 тематичних напрямках, пов’язаних з різними аспектами функціонування міста, напр., навчання, безпека, фінанси, відпочинок, здоров’я і т.п.

Показники поділені на обов’язкові, які мусять виконуватись в місті, а також є факультативні. Норма вказує спосіб вимірювання показників і надає пояснення про те, звідки брати відповідні дані. Це не означає, що застосовуються методи обов’язковості мінімальних показників, які місто повинно досягнути. Йдеться про те, щоб міський організм навчився виконувати певні заміри, а отримані дані будуть слугувати для порівняння «інтелігенції» міста у порівнянні з іншими містами.

До цього часу рішення, які приймалися містами для реалізації систем розумне місто, були хаотичними і кожен розробник і місто вводили ті поняття, які рахували за раціональні. На даний час нове законодавство проходить тестування в 20 містах, які вирішили впровадити потрібні їм норми [18-20].

Аспекти, що охоплюються стандартом ISO 37120: 2014, включають:

- економіку;
- освіту;
- енергетику;
- екологію;
- фінанси;
- протипожежний і аварійний захист;

- органи державного управління;
- охорону здоров'я;
- дозвілля;
- безпеку;
- житло;
- тверді відходи;
- комунікації та інновації;
- транспорт;
- міське планування;
- каналізація;
- водопостачання та санітарні служби.

Кожна європейська країна повинна впровадити нові норми в своє законодавство. Якщо місто буде мати впроваджену нову систему, то йому легше буде розмовляти з новими інвесторами. Для прикладу, якщо до міської влади буде звертатися організація, яка захоче займатися міськими відходами, то фірма повинна пристосовувати свою пропозицію до норм, які буде мати місто згідно з новим законодавством. А це міжнародний стандарт, який зніме багато питань з влади і для інвестора бізнес стане простішим.[20]

Позитивно до появи ISO 37120: 2014 віднеслися Європейська Комісія та Європейський Інвестиційний Банк, а це означає можливість фінансування систем розумне місто тим, хто буде виконувати нові норми. Стандарт не передбачає перебирання на себе системи керування містом. Він показує реальний стан проектів автоматизованих рішень, для яких можна отримати допомогу від європейських коштів та інвесторів.[21]

Прикладом може бути очікувана тривалість життя. Норма не передбачає шляхів того, як збільшити тривалість життя. Але знаючи цей показник і порівнюючи його з показником в інших містах, міська влада зможе отримати сигнал для роботи над зміною ситуації.

Впровадження ISO 37120: 2014 дасть шанс містам, щоб ідея розумного міста розвивалася швидше. Міста отримають доступ до нових технологій, до

досвідчених спеціалістів та фінансів для реалізації проектів, які покращать умови проживання мешканців.

1.2 Аналіз алгоритмів відеокомпресії

Стиснення відео — означає зменшення кількості даних цифрового відео. Базується на двох принципах:

- надлишок просторової інформації присутньої в кожному кадрі;
- надлишок часової інформації: переважна кількість кадрів подібні до попереднього та наступного [22].

Типові алгоритми стиснення відео починають зі стиснення першого кадру методами стиснення зображень. Далі виявляється та кодується інформація про відмінності наступного кадру від попереднього. Кадри, що істотно відрізняються від попереднього кодуються окремо [22,23].

Відео інформація являє собою тривимірний масив кольорових пікселів. При цьому два виміри - це горизонтальне та вертикальне розділення кадрів, а третій - часовий. Кожен кадр таким чином є масивом пікселів із зображенням на даний момент часу [24].

Відео інформація звичайно містить як просторову, так і часову надмірність. Її можна уникнути, якщо проаналізувати і перекодувати різницю як в середині кадру (просторову), так і між кадрами (часова). Просторове стиснення здійснюється, зважаючи на уваги той факт, що людське око не може розрізнити настільки малі відмінності у кольорі, наскільки може відрізнити різницю у яскравості - таким чином подібні за кольором фрагменти можуть бути усереднені, як це має місце при стисненні зображень формату jpeg. Часове стиснення передбачає кодування різниці між сусідніми кадрами, його ефективність пояснюється тим, що велика кількість пікселів буде збігатися в серіях послідовних кадрів [25,26].

Переважно стиснення відео здійснюється з втратами - вважається, що значна частина даних не є необхідною для досягнення хорошої якості сприйняття. Занадто велике стиснення, однак, може призвести до помітної втрати якості. В загальному випадку стиснення відео є компромісом між економією дискового простору, якістю відео, і вартістю апаратного забезпечення, необхідного для декомпресії відео в поточному часі.

Існують методи стиснення без втрат, що передбачають можливість відновлення оригінального відео в точності до байту. Проте такі методи використовуються дуже рідко, оскільки стиснення з втрати має значно вищі коефіцієнти при прийнятній якості стиснення. Зокрема, DVD диски та супутникове мовлення також використовують стиснене відео [27].

У цифрових системах відеосигнал, як відомо, перетворюється в послідовність біт, яка стискається за рахунок невеликої втрати в спектрі сигналу і далі за рахунок видалення статистичної просторової і тимчасової надмірності інформації.

В даний час для стиснення відео існує кілька різних стандартів. Назвемо основні з них:

H.264/MPEG-4 AVC — міжнародний стандарт відеокомпресії. Був розроблений групою фахівців організації ITU (Study Group 16, фахівці з відеокодування) під назвою H.26L. У 2001 році група ITU об'єдналась з MPEG-Visual та розробку стандарту було продовжено в команді Joint Video Team (JVT). Метою проекту була розробка методів стиснення відео-даних, що гарантували б, у порівнянні з існуючими, щонайменше вдвічі менший бітрейт зі збереженням рівня якості як для мобільних приладів, так і для телебачення. У 2003 році обидві організації затвердили стандарт. Назва стандарту ITU: H.264. Стандарт ISO/IEC має назву MPEG-4/AVC (Advanced Video Coding) і є десятою частиною стандарту MPEG-4 (MPEG-4/Part 10, ISO/IEC 14496-10) [28-30].

З прийняттям розширення Scalable Video Coding (SVC) до стандарту були додані три профілі, що відповідають базовим, з додаванням можливості включати потоки більш низької роздільної здатності.

- scalable baseline profile;
- scalable high profile;
- scalable high intra profile.

Додавання розширення Multiview Video Coding (MVC) принесло ще два додаткових профілі:

- stereo high profile — розрахований на стереоскопічне 3D-відео (два зображення);
- multiview high profile — підтримує два або кілька зображень (каналів) в потоці з використанням як міжкадрового, так і міжканального стиснення, але не підтримує деякі можливості MVC [30].

Перераховані стандарти мають додатково власні невеликі відмінності (профілі), за принципом "від більш простого до складнішого". Наприклад, починаючи з H.263 і вище може використовуватися як щодо простий кодер Хаффмана, в якому кожен рухаючись символ займає ціле число біт, так і арифметичний кодер (що дозволяє кодувати кожен символ дробовим кількістю біт). Арифметичний кодер підвищує стиснення на 15-20%, але вимагає значно більших обчислювальних ресурсів [31].

H.265 система охоронної сигналізації найважливіший елемент в якій є система відеоспостереження. Вони дозволяють візуально контролювати стан об'єкта, що захищається, у найрізноманітніших умовах при різних рівнях освітлення об'єкта, у тому числі в повній темряві. В автоматичному режимі без участі оператора виявляти вторгнення на об'єкт, що захищається та багато інших можливостей в залежності від складності системи. Д системи відеоспостереження входять відеокамери, засоби відображення, засоби керування режимами функціонування та засоби реєстрації [31,32].

На початку 1998 р, "Експертна група з кодування відео" (Video Coding Experts Group) (VCEG – ITU-T SG16 Q.6) оголосила конкурс пропозицій щодо проекту під назвою H.26L, метою якого було збільшити вдвічі ефективність кодування (що означає зменшення необхідного бітрейту вдвічі для даного рівня якості) в порівнянні з будь-яким іншим стандартом відео

кодування. VCEG очолив Гаррі Салліван (Microsoft, попередньо PictureTel, США). Перший проект дизайну для цього нового стандарту був прийнятий в серпні 1999 р.. У 2000 р., Thomas Wiegand (Heinrich Hertz Institute, Німеччина) став співголовою VCEG [33-35].

В грудні 2001 р., VCEG і Moving Picture Experts Group (MPEG – ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11) створили Joint Video Team (JVT), з метою доопрацювати стандарт кодування відео.^[1] Офіційне затвердження специфікації відбулося в березні 2003 року. JVT очолював (і очолює) Gary Sullivan, Thomas Wiegand, і Ajay Luthra (Motorola, США; згодом Arris, США). У червні 2004 року, проект розширення точності відтворення (FRExt) був завершений. З січня 2005 по листопад 2007 року JVT працював над розширенням стандарту H.264/AVC в напрямку масштабованості, за допомогою підтримки Annex (G), і це розширення має назву Scalable Video Coding (SVC). До адміністративної команди JVT долучився Jens-Rainer Ohm (Університет Аахена, Німеччина). З липня 2006 року по листопад 2009 року, JVT працювала над Multiview Video Coding (MVC), додатком до H.264/AVC для об'ємного телебачення і тривимірного телебачення. Ця робота включала в себе створення двох нових розділів стандарту: "Multiview High Profile" і "Stereo High Profile" [35,36].

265 або HEVC (англ. High Efficiency Video Coding - високоефективне кодування відеозображень) - формат відеосжаття із застосуванням ефективніших алгоритмів у порівнянні з H.264 / MPEG-4 AVC. Рекомендація ITU-T H.265, а також стандарт ISO / IEC 23008-2 MPEG-H Частина 2, - спільна розробка експертної групи по відеокодуванню ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) і експертної групи по рухомому зображенню MPEG. Рекомендація стандарту розроблена в зв'язку зі зростаючою потребою в більш високого ступеня стиснення рухомих зображень для самих різних додатків, таких як потокова передача в інтернеті, передача даних, відеоконференц-зв'язок, цифрові пристрої, що запам'ятовують і телевізійне мовлення [37].

Підтримуються формати кадру до 8K (UHDTV) з дозволом 8192×4320 пікселів.

У 2004 році ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) приступила до дослідження розвитку технологій, які дозволили б створити новий стандарт стиснення відео (або домогтися істотного поліпшення стандарту H.264 / MPEG-4 AVC). У жовтні 2004 року проведено огляд різних методів для потенційного удосконалення H.264 / MPEG-4 AVC [37,38].

Спочатку передбачалося, що H.265 буде повністю новим стандартом, а не розширенням H.264 на кшталт HVC (High-performance Video Coding). В рамках проекту були присвоєні попередні імена H.265 і H.NGVC (англ. Next-generation Video Coding - наступне покоління відеокодування), також існувала значна частина роботи VCEG до її еволюції в HEVC, спільний проект з MPEG в 2010 році. У квітні 2009 року проект отримав назву NGVC; в липні 2009 відбулася нарада MPEG і VCEG, на якому обговорювалася подальша спільна робота по NGVC і HVC [38,39].

Попередні вимоги до NGVC складаються в зменшенні бітрейта на 50% при однаковій суб'єктивній оцінці якості зображення і порівнянної з H.264 High profile обчислювальною складністю. Залежно від налаштувань передбачається варіювання обчислювальної складності від 1/2 до 3 в порівнянні з H.264 High profile, при цьому в першому випадку NGVC повинен забезпечувати на 25% менший бітрейт.

ISO / IEC Moving Picture Experts Group (MPEG) почала аналогічний проект в 2007 році, попередньо названий Високопродуктивне відеокодування (High-performance Video Coding). У липні 2007 року було прийнято рішення в якості мети проекту досягти зниження бітрейта на 50%. До липня 2009 року результати експерименту показали середнє зниження швидкості потоку приблизно на 20% в порівнянні з AVC High Profile, ці результати спонукали MPEG ініціювати його зусилля по стандартизації у співпраці з VCEG.

Для розробки стандарту MPEG і VCEG створили Об'єднану команду по відеокодуванню Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC). (ITU-T Rec H.264 | ISO / IEC 14496-10). Перше засідання Об'єднаної команди по відеокодуванню (JCT-VC) відбулося в квітні 2010 року. Було представлено 27

повноцінних проектів. Оцінки показали, що деякі пропозиції можуть досягти такої ж якості зображення, як AVC лише з половинним бітрейтом в багатьох тестах, при 2 - 10-кратному збільшенні обчислювальної складності, і в деяких проектах були досягнуті гарне суб'єктивне якість і хороші результати швидкості передачі даних з більш низькою обчислювальною складністю, ніж при референсному кодуванні AVC з високим профілем. На цій нараді було прийнято назву для спільного проекту - високоефективне відеокодування High Efficiency Video Coding (HEVC) [39,40].

Комітет Проекту HEVC був затверджений в лютому 2012 року. У червні 2012 року MPEG LA оголосила про початок процесу прийняття спільних ліцензій на патенти HEVC. Проект міжнародного стандарту був затверджений в липні 2012 року на нараді, що відбулася в Стокгольмі. Fröjdh, голова шведської делегації MPEG, вважає, що комерційні продукти, які підтримують HEVC, можуть бути випущені в 2013 році.

29 лютого 2012 року на виставці Mobile World Congress 2012 компанія Qualcomm продемонструвала HEVC декодер, який працює на планшеті Android, з двоядерним процесором Qualcomm Snapdragon S4 з частотою 1,5 ГГц. Демонструвалися дві версії відео з однаковим змістом, закодованими H.264 / MPEG-4 AVC і HEVC. На цьому показі HEVC показав майже 50% зниження швидкості передачі в порівнянні з H.264 / MPEG-4 AVC.

31 серпня 2012 Allegro DVT оголосила про випуск двох HEVC-мовних кодерів: кодер AL1200 HD-SDI і IP-транскодер AL2200. [12] Allegro DVT заявила, що апаратних декодерів HEVC не слід очікувати до 2014 року, але HEVC зможе застосовуватися і раніше в додатках з програмним декодуванням. На IBC 2012 Виставка Allegro DVT продемонструвала HEVC системи потокового IP-мовлення на основі IP-транскодера AL2200 [40].

Ericsson у вересні 2012 року на виставці International Broadcasting Convention (IBC) представила перший в світі HEVC кодер, Ericsson SVP 5500, який призначений для кодування відео в реальному часі для трансляції ефірного ТБ в мобільних мережах.

До стандарту запропоновано багато нових можливостей:

- роздільного AIF;
- спрямований AIF;
- компенсація руху з точністю до 1/8-пікселя (Qpel);
- адаптивне передбачення помилок кодування (APES) в просторової і частотної областях;
- адаптивний вибір матриці квантування (AQMS);
- заснована на порівнянні схема вибору і кодування вектора руху;
- режим-залежне зміна настройки внутрішньо кадрове кодування;
- передбачається, що ці прийоми принесуть найбільшу користь при багато прохідному кодуванні.

1.3 Аналіз апаратних засобів

Модуль на чіпсеті ESP8266 - це простий і дешевий спосіб отримати безпроводне з'єднання через Wi-Fi.

У сімействі модулів ESP8266 є багато різновидів. Сімейство модулів ESP8266 починалось з модуля ESP8266-01 зараз існує 12 версії модуля ESP8266. Остання модель модуля ESP8266 має назву ESP8266-12 який розділяються ще на різні модифікації такі як ESP8266-12-E, 12-D, 12-Q. Різниця між ними тільки в кількості flash-пам'яті.

Керуючий пристрій спілкується з ESP8266 через UART (Serial-порт) за допомогою набору AT-команд. Тому робота з модулем тривіальна для будь-якої плати з UART-інтерфейсом: Arduino, Raspberry Pi та інші. Робота над прийомом і передачею даних виглядає, як взаємодія з сирим TCP-сокетом або з serial-портом комп'ютера.

Більш того, модуль можна пере прошивати. Реакція на AT-команди - це просто функція штатної прошивки, яка встановлюється на заводі. Оскільки на

модулі є 2 порти введення-виведення загального призначення, можна обійтися зовсім без керуючої плати: просто підключіть периферію безпосередньо до них.

Рідне напруга модуля - 3,3 вольт. Його Піни не толерантні до 5 вольт. Якщо подати напругу вище, ніж 3,3 вольт, комунікації або введення-виведення, модуль вийде з ладу.

Тому для передачі даних на модуль з 5-вольтів керуючих плат використовуйте ділник напруги, щоб перевести напругу в допустимий діапазон. Ділник з двох резисторів однакового номіналу (наприклад, 10 кОм) підійде.

Ніяких посередників для прийому даних не потрібно. Сигнал в 3,3 В як є буде сприйнятий керуючою платою, як логічна одиниця.

Для порівняння модулів мною було вибрано модулі двох останніх версій покоління ESP 8266-11 зображено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Модуль ESP8266-11

Характеристики:

- модифікація: ESP8266-10;
- бездротовий інтерфейс: Wi-Fi 802.11 b / g / n 2,4 ГГц;

- режими: клієнт(STA), точка доступу (AP), клієнт + точка доступу (STA +AP);
- максимальна вихідна потужність: 19,5 дБ · мВт (89 мВт);
- номінальна напруга: 3,3 В;
- максимальний споживаний струм: 220 мА;
- портів введення-виведення вільного призначення: 2;
- зовнішня Flash пам'ять 256кб, частина використовується для даних частина для коду;
- частота процесора: 80 МГц;
- габарити: 14 × 10 мм.

Останнім модулем покоління ESP 8266 є модуль ESP 8266-12 наведено на рисунку 1.2.

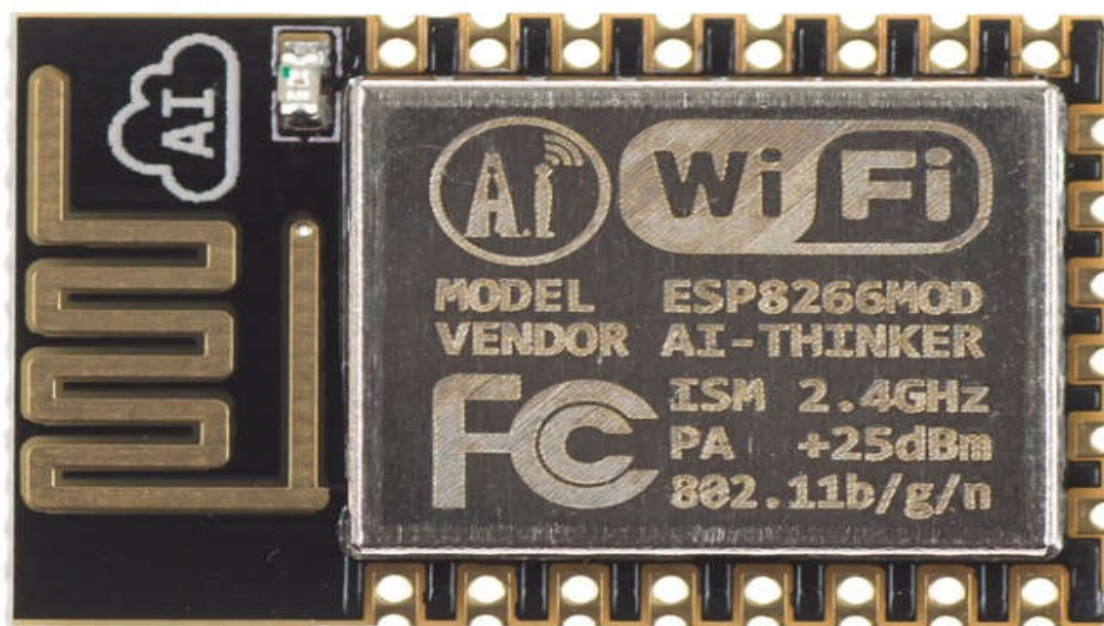


Рисунок 1.2 – Модуль ESP 8266-12

Характеристики:

- модифікація: ESP8266-10;
- бездротовий інтерфейс: Wi-Fi 802.11 b / g / n 2,4 ГГц;
- режими: клієнт(STA), точка доступу (AP), клієнт + точка доступу (STA +AP);

- максимальна вихідна потужність: 19,5 дБ · мВт (89 мВт);
- номінальна напруга: 3,3 В;
- максимальний споживаний струм: 220 мА;
- портів введення-виведення вільного призначення: 2;
- зовнішня Flash пам'ять 512кб, частина використовується для даних частина для коду;
- вбудована антена;
- частота процесора: 80 МГц;
- габарити: 24 × 10 мм.

Проаналізувавши характеристики модулів можна побачити, що різниця між ними. В додаванні до модуля антени для збільшення і покращення сигналу. І збільшення Flash пам'ять. В своїй системі я буду використовувати модуль з покращеними характеристиками і можливостями. Модуль ESP 8266-12-E можна побачити на рисунку 1.3.

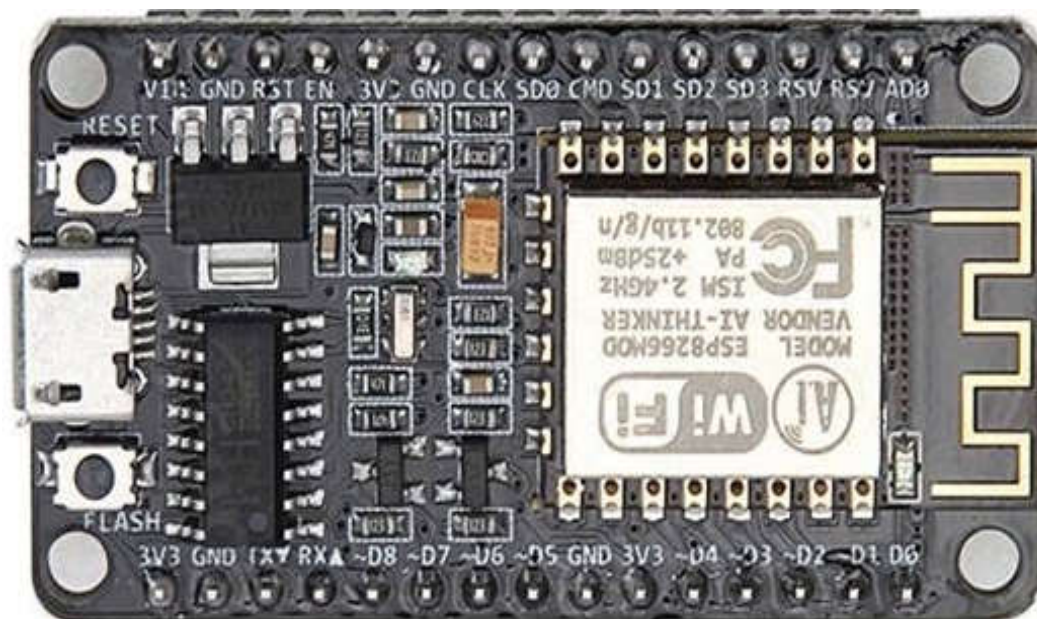


Рисунок 1.3 – Модуль ESP 8266-12-E

Модуль ESP 8266-12-E має характеристики такі як ESP 8266-12 тільки з покращеннями. Тепер він може отримувати живлення від USB збільшилась сама

потужність від 4V-9V. Вбудований стек протоколу TCP/IP для підтримки декількох з'єднань TCP клієнта (5 максемально).

Вибравши модуль ESP 8266-12-E можна порівняти його з конкурентами на ринку. Такими модулями як Emw3165, MediaTek MT7681.

Модуль Emw3165 є аналогом модуля ESP 8266-12 зображено на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 - Модуль Emw3165

Характеристики:

- мікроконтролер STM32F411CE Cortex-M4 100MHz;
- пам'ять: 2 Мб SPI флеш-пам'яті і 512 Кб флеш пам'яті на чіпі;
- оперативна пам'ять: 128 Кб;
- інтерфейси: 17 GPIO Pin, 3 x UARTs, АЦП / SPI / I2C / USB, SWD інтерфейс налагодження;
- Wi-Fi: 802.11 B / G / N;
- захист: WEP, WPA / WPA2, PSK / Enterprise;
- чутливість приймача: -87 дБм.

Іншим аналогом модуля ESP 8266-12 є модуль від компанії MediaTek MT7681 подано на рисунку 1.5.

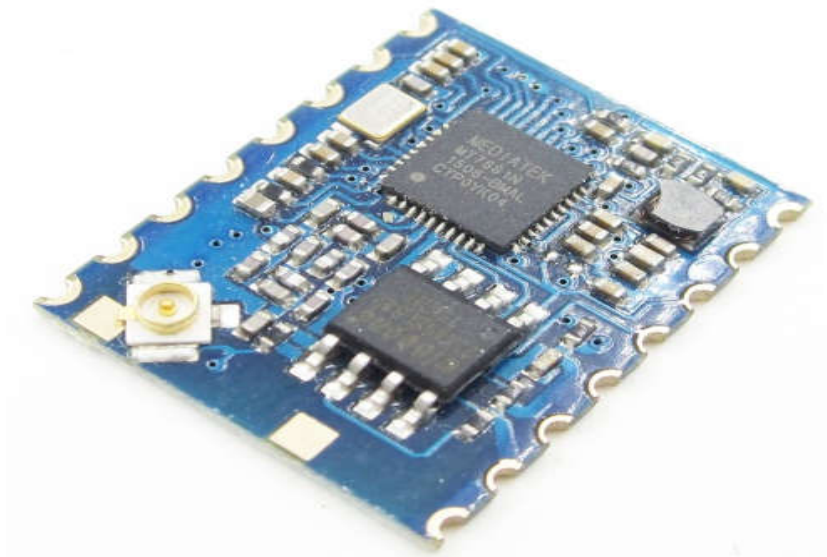


Рисунок 1.5 – Модуль MT7681

Характеристики:

- режим Wi-Fi Station: 802.11b/g/n;
- режим точки доступа Wi-Fi: 802.11b/g;
- смарт-інтерфейси API для простого створення додатків для Android и iOS для забезпечення пристрою бездротовим настройками точки доступа;
- стек TCP / IP;
- оновлення прошивки через UART, API для FOTA;
- програмна емуляція PWM для світлодіодного затемнення.

Проаналізувавши всі модулі можна зробити таблицю порівняння їх критеріїв. На таблиці 1.1 показано порівняння модулів.

Таблиці 1.1 – Порівняння модулів

Модулі	Протокол Wi-Fi	Підтримка антени	Живлення через USB	Ціна
ESP 8266-12-E	+	+	+	+
Emw 3165	+	+	-	-
MT7681	+	+	-	-

Порівнявши модулі в таблиці за основними критеріями які потрібно для моєї системи можна побачити що модуль ESP 8266-12-E є кращим. Тому саме цей модуль буде використано в системі.

1.4 Постановка завдання

Об'єкт дослідження. Процес захисту об'єктів “розумного міста”.

Предмет дослідження. Алгоритми захисту автостоянок в “розумному місті”.

Методи дослідження. Базуються на використанні алгоритмів відеокompresії для попередження і передбачення крадіжок автомобілів.

Мета і завдання дослідження. Метою є покращення алгоритмів захисту автомобілів які знаходяться на автостоянках. Використовуючи для цього новітні апаратні-програмні методи. Які зможуть передбачати крадіжку автомобіля.

Методи дослідження. Базуються на використанні алгоритмів відеокompresії для попередження і передбачення крадіжок автомобілів. Для цього буде використано апаратне забезпечення як модуль ESP 8266 і інтелектуальні камери які зможуть передавати повідомлення в разі загрози автомобілю. Також програмне забезпечення як алгоритми відеокompresії які зможуть зменшити загрузку системи, що пришвидшить її роботу.

Захист авто стоянок автомобілів потрібно покращувати дивлячись на статистику за минулі роки. В Україні викрали 11324 автомобіля за 2015 рік. Шляхом нескладних маніпуляцій отримуємо цифри $11324/365 = 31,02$ викрадають в Україні за добу $31,02465753425 / 24 = 1,29$ викрадаються кожна годину. Тобто за статистикою викрадають автомобіль частіше, ніж 1 раз на годину.

Статистика викрадень за рік в момент коли власника не було біля автомобіля і в момент коли власник знаходився біля автомобіля представлено на рисунку 1.6.

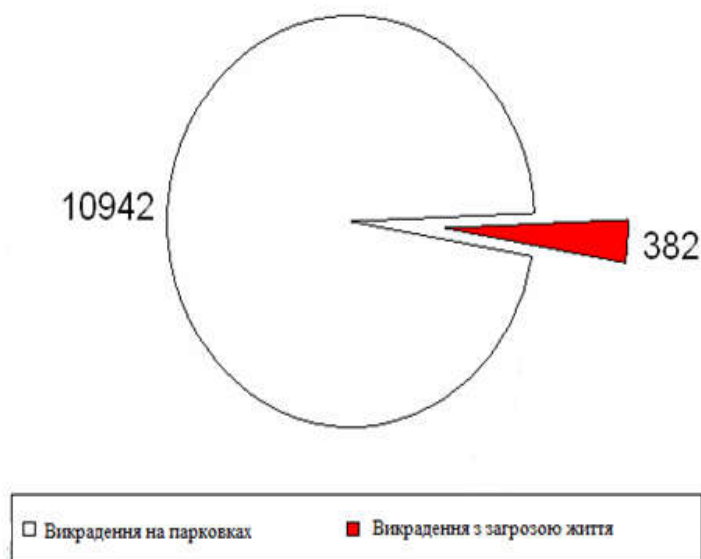


Рисунок 1.6 - Статистика викрадень

Як бачите відсоток викрадень скоєних із загрозою для життя власнику складає всього 3,5%. Лідером в Україні по викраденню автомобілів є Київ , де було зареєстровано 1957 автовикрадень. У п'ятірку найбільш потенційно небезпечних місць із погляду розкрадання автотранспорту також входять Дніпропетровська область (1138 таких злочинів), Одеська (1122), Донецька (842) і Київська (827)", - повідомив він.

Значно, на 20-128%, збільшилося число крадіжок авто у Вінницькій, Волинській, Житомирській, Івано-Франківській, Київській, Кіровоградській, Одеській, Ровенській, Сумській, Херсонській, Хмельницькій, Чернігівській областях і в Києві.

У Києві повертають власникам лише 9,9% викрадених машин. В Одеській області не знаходять 77,8% викрадених авто, у Київській – 75,8%, Дніпропетровській – 71,7%, Сумській – 69,6% і Полтавській – 69,5%. Статистика викрадень в Тернопільській області одна з найнижчих по Україні наведено на рисунку 1.7.

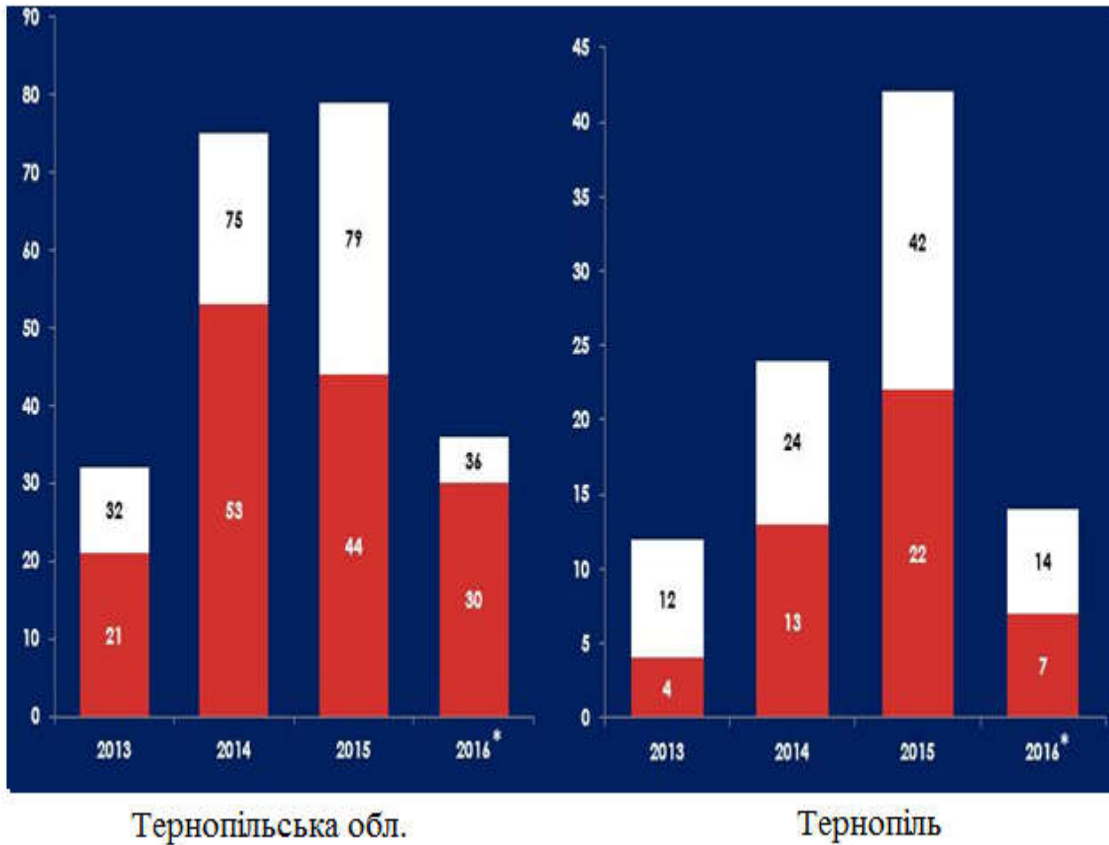


Рисунок 1.7 – Статистика авто викрадень в Тернополі

Білим кольором позначено кількість загальних викрадень за рік, червоним кількість знайдених автомобілів. Як можна побачити з графіків тільки 50% машин знаходять в разі їх викрадення. Тому тема з покращенням захисту авто стоянок є актуальною.

Актуальність теми з проаналізованих проблем захисту авто стоянок можна сказати, що на даний час захисту не достатньо. Тому потрібно покращити захист авто стоянок використовуючи сучасні алгоритми і апаратні засоби.

Для рішення поставленої мети потрібно вирішити наступні задачі:

- дослідити алгоритм відеокompресії H.264;
- дослідити алгоритм відеокompресії H.265;
- дослідити модуль ESP8266;
- вибрати апаратне забезпечення для системи;
- тестування відео в програмному забезпеченні.

2 АЛГОРИТМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Алгоритм роботи системи

Одним з головних рішень у використанні і проектуванні систем відеоспостереження є вибір алгоритму кодування відео. Правильний вибір і налаштування дозволяють домогтися оптимального балансу між якістю одержуваного зображення і ефективністю передачі відео по мережі проілюстровано на рисунку 2.1.

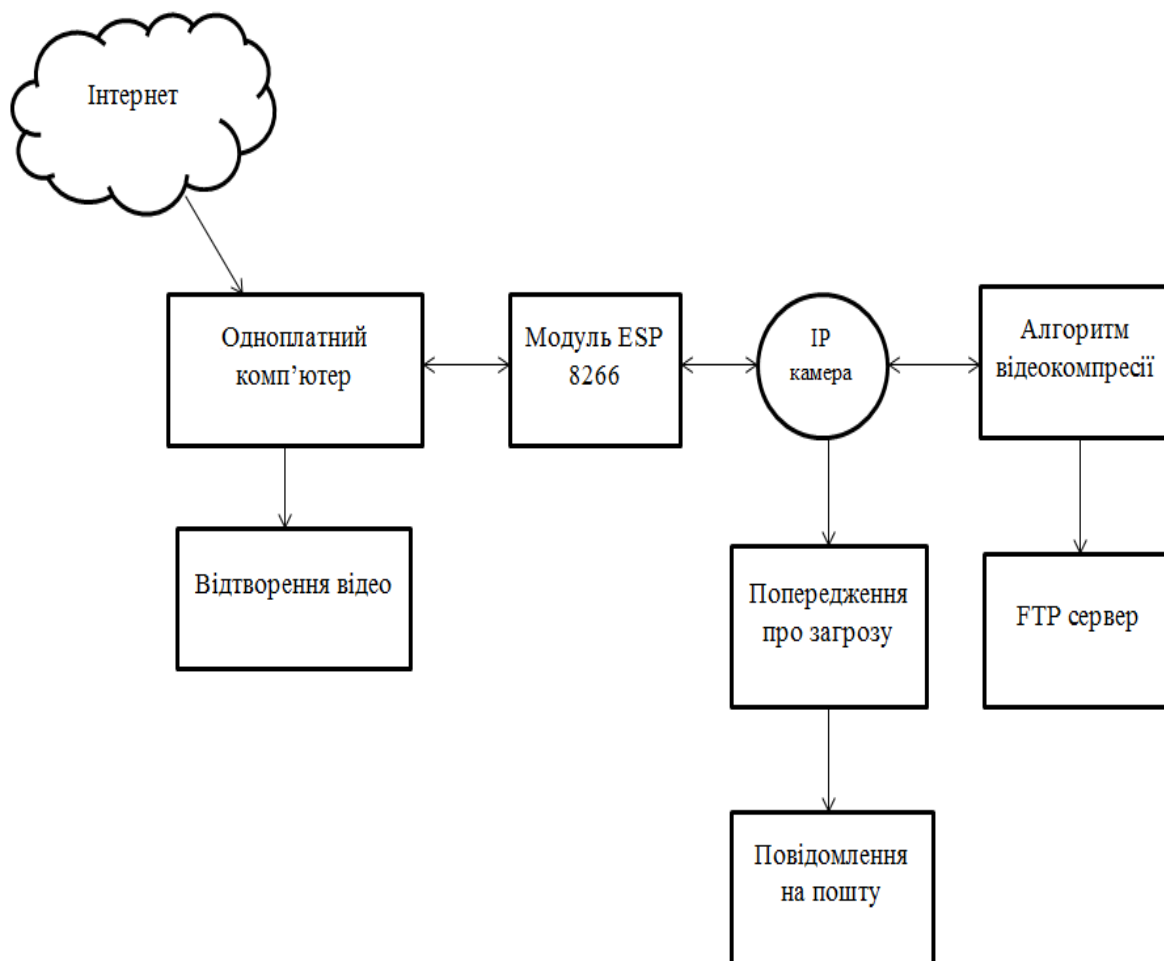


Рисунок 2.1 - Модель системи

Робота алгоритму захисту авто стоянок буде складатись з таких ключових елементів:

- одноплатний комп'ютер;
- модуль ESP 8266;
- алгоритм відеокомпресії;
- ір камера;
- попередження про загрозу;
- ftp сервер;
- відтворення відео.

Одноплатний комп'ютер – це комп'ютер основні компоненти якого розміщені на одній платі. В алгоритмі захисту одноплатний комп'ютер буде приймати з'єднання з інтернетом через Ethernet порт і напряду підключатись до модуля ESP. Також в залежності від випадків до нього можна підключити монітор або пристрій який буде відтворювати відео потік даних який буде надавати йому модуль ESP.

Відео компресія (стиснення відео) - технологія, що дозволяє скоротити кількість даних, які використовуються для подання відео потоку. Стиснення відео дозволяє ефективно зменшувати потік, необхідний для передачі відео, зменшувати простір, необхідне для зберігання даних на носії. Буде про діагностовано два алгоритми відео компресії H.264, H.265.

Модуль ESP – це мікроконтролер який буде надавати ір адреси для відео камерам. Приймати і передавати дані на одноплатний комп'ютер і відео сервер. Відео камерах які будуть отримувати доступ до інтернету. В них буде вмонтований алгоритм відео компресії і відео буде стискатись прямо в камерах і передавати стиснені відео дані на модуль ESP.

Ір камера буде отримувати доступ до бездротової мережі через модуль ESP 8266. Вона зможе передавати дані на одноплатний комп'ютер і де вони зможуть зберігатись і відтворюватись. Також передача відео файлів буде здійснюватись на FTP сервер так як пам'яті одноплатного комп'ютера не буде достатньо для зберігання великого вмісту інформації. Ір камера за допомогою давача рух зможе

краще слідкувати за автомобілями. За допомогою цього давача можна зробити попереджувальні повідомлення власникам автомобілів. Якщо давач руху замітить об'єкт який наближається до автомобіля вона буде робити фото даного автомобіля і пересилати їх на пошту.

2.2 Алгоритм відеокомпресії H.264

H.264 - являє собою блок-орієнтованих компенсації руху на основі стандарт стиснення відео. У 2014 він є одним з найбільш часто використовуваних форматів для запису, стиснення, а також розподіл відеоконтенту.

Загальний принцип алгоритму відеокомпресії H.264 зображено на рисунку 2.2. Енкодер H.264 виконує процеси прогнозування, перетворення і кодування для створення стисненого потоку біт в форматі H.264. Декодер H.264 виконує відповідний процес декодування, зворотнього перетворення і реконструкції для відтворення відео послідовності.

Процес кодування складається з елементів:

- прогнозування;
- перетворення і квантування;
- кодування бітового потоку.

Прогнозування. Енкодер оброблює кадр по частинам, які називаються макроблоками (16x16 пікселів зображення). Він отримує дані для прогнозування макроблоків на основі попередньо-закодованих даних, або на основі поточного кадру (Інтра прогнозування) або на основі інших кадрів, які вже було закодовано і передано (Інтер прогнозування). Енкодер виділяє прогнозовану інформацію із поточного макроблоку і утворює залишок (корисну різницю). Пошук підходячого інтер прогнозування зазвичай описують як оцінку руху, а виділення інтер прогнозування із поточного макроблоку як компенсацію руху [25].

Методи прогнозування, які використовуються в стандарті H.264 є більш гнучкими, ніж ті що використовувались в попередніх стандартах, що дозволяє робити точне передбачення, а як наслідок більш ефективно стиснення. Інтра прогнозування використовує розміри блоків 16x16 і 4x4 для того, щоб передбачати макроблок із оточуючих, попередньо закодованих пікселів в рамках одного і того ж кадру.

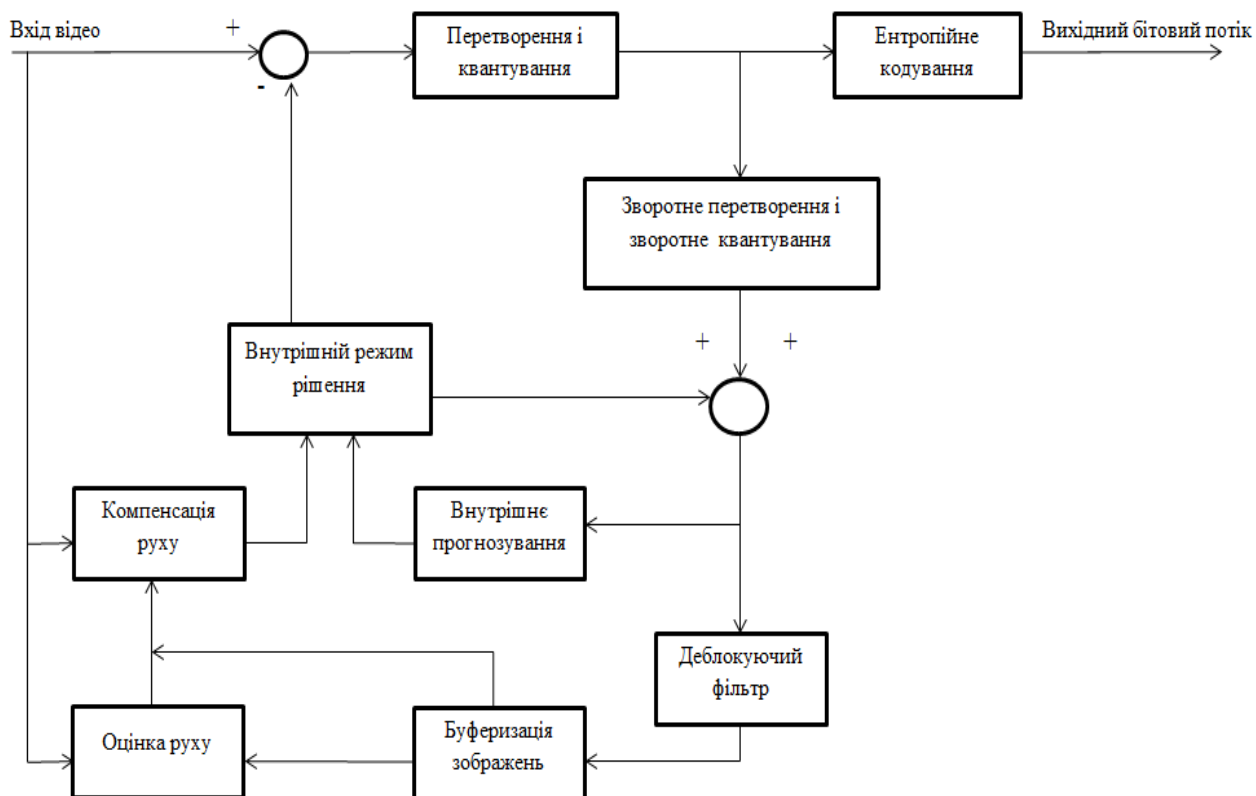


Рисунок 2.2 – Кодування H.264

Інтер прогнозування використовує набір з різних розміром блоків (від 16x16 до 4x4) для прогнозування пікселів в поточному кадру із схожих регіонів попередньо закодованих кадрів.

Перетворення і квантування. Блок виділених зразків перетворюється за допомогою цілочисленого перетворення розмірністю 4x4 або 8x8, що є приблизно подібною формою дискретного косинусного перетворення (ДКП). Перетворення дає в результаті набір коефіцієнтів, кожен з яких є зваженим значенням для

стандартного базисного зразку. При поєднанні, зважений базисний зразок відтворює блок виділених зразків [26].

Результат перетворення, блок коефіцієнтів перетворення, квантується, тобто кожен коефіцієнт ділиться на ціле значення. Квантування знижує точність коефіцієнтів перетворення відповідно до значення параметру квантування (QP). Зазвичай, результатом є блок, в якому більшість коефіцієнтів дорівнюють нулю, із декількома не нульовими коефіцієнтами. Великі значення QP означатимуть, що більше коефіцієнтів будуть мати значення нуль, що призведе до сильного стиснення, що коштуватиме поганою якістю зображення. Мале значення параметру QP означатиме, що більше не нульових коефіцієнтів залишиться після квантування, що дасть кращу якість декодованого зображення, але малу ефективність стиснення [28].

Кодування бітового потоку показано на рисунку 2.3. Процес відео кодування утворює в результаті набір значень, які повинні кодуватися для того, щоб утворити стиснений бітовий потік. Цими даними є:

- квантовані коефіцієнти перетворення;
- інформація необхідна декодеру для відтворення прогнозування;
- інформація про структуру стиснених даних і засоби стиснення, що використовувалися під час кодування;
- інформація про повну відео послідовність.

Ці значення і параметри (синтаксичні елементи) перетворюються в бінарні коди із використанням кодування змінної довжини і/або арифметичного кодування. Кожен з цих методів кодування дозволяє отримати ефективне, компактне бінарне представлення інформації. Закодований бітовий потік можна зберігати і/або передавати.

Процес декодування:

- декодування бітового потоку;
- масштабування і зворотне перетворення;
- реконструкція.

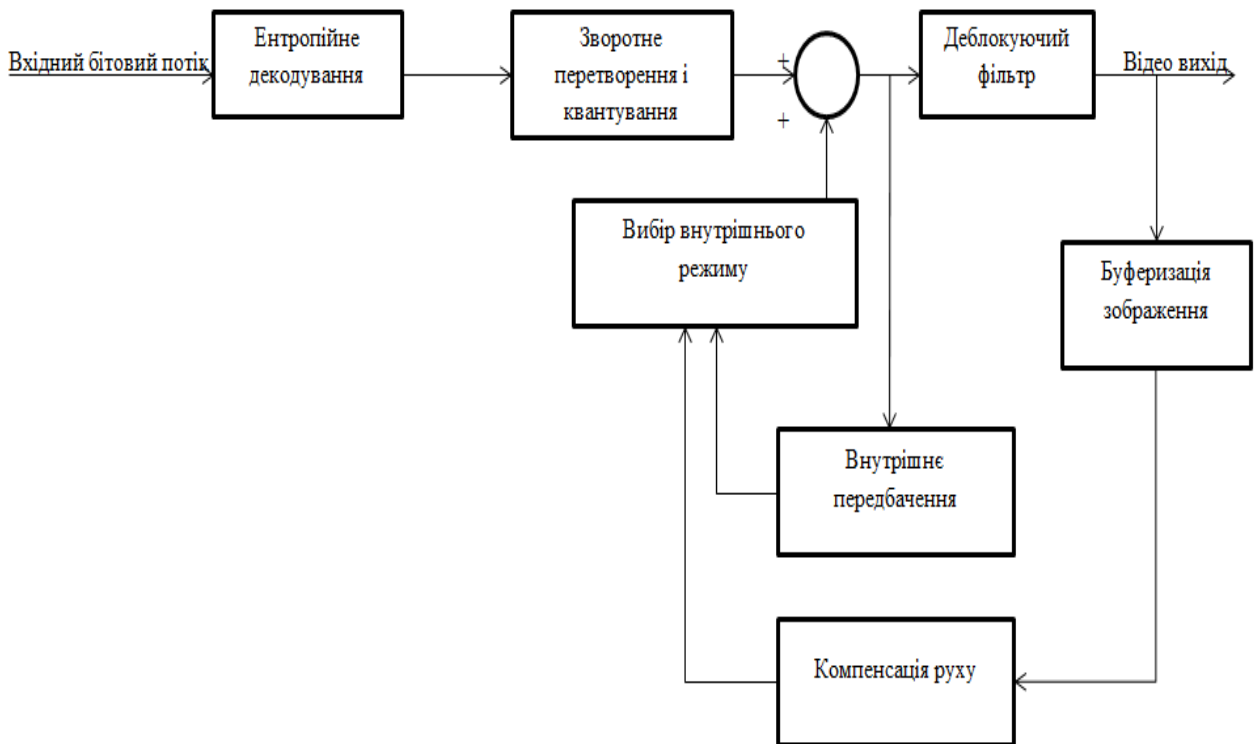


Рисунок 2.3 – Декодування H.264

Масштабування і зворотне перетворення. Коефіцієнти перетворення масштабовано. Кожен коефіцієнт помножено на ціле число, для збереження його початкової розмірності. При зворотньому перетовренні поєднуються стандартні базисні зразки, зваженими за допомогою перемасштабованих коефіцієнтів, щоб відновити кожен блок із залишкових даних. Ці блоки поєднуються разом, щоб сформувати макроблок із залишку [29]. Загальна схема роботи відеокompresії алгоритму H.265 представлено на рисунку 2.4.

Декодування бітового потоку. Відео декодер отримує стиснений бітовий потік H.264, розбирає всі синтаксичні елементи і декодує інформацію описану вище (квантовані коефіцієнти трансформації, інформацію прогнозування, і ін.). Ця інформація використовується для зворотнього процесу кодування і відтворення послідовності відео зображень.

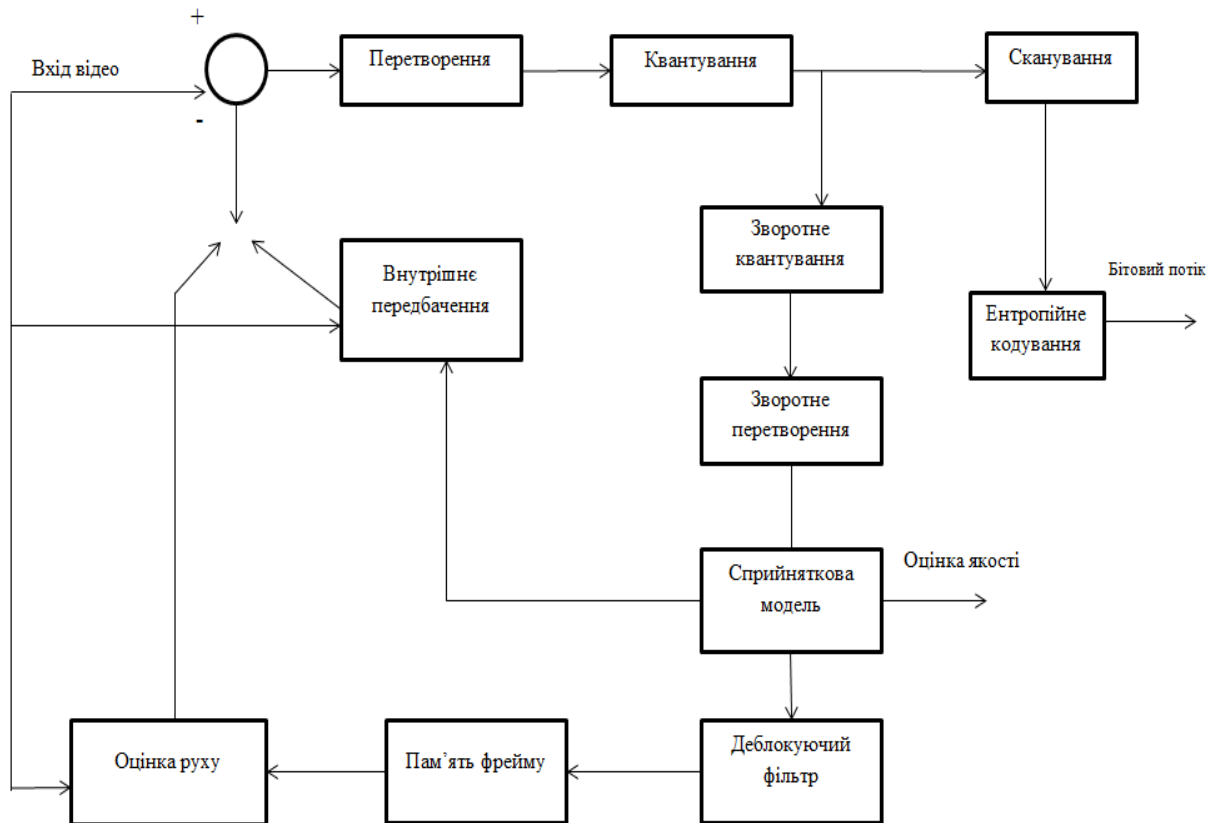


Рисунок 2.4 – Робота алгоритму H.264

Реконструкція, для кожного макроблоку, декодер формує єдентичне прогнозування тому що було створено еncoderом. Декодер додає дані прогнозування до декодованого залишку для відтворення декодованого макроблоку, який далі можна відобразити як частину відео кадру [29].

2.3 Алгоритм відеокомпресії H.265

H.265 - формат відеокомпресії із застосуванням ефективніших алгоритмів у порівнянні з H.264. Підтримуються формати кадру до 8K (UHDTV) з дозволом 8192×4320 пікселів.

Профіль - це певний набір засобів кодування і алгоритмів, які можуть бути використані для створення відеопотоку, відповідного цим профілем [31]. Кодування при формуванні відеопотоку визначає, які компоненти можна використовувати для профілю, в той час як декодер повинен підтримувати всі функції для даного профілю. На таблиці 1.2 зображено профілі алгоритму H.265.

Таблиця 1.2 – профілі алгоритму H.265

	AVC (High Profile)	HEVC(Main 10)	HEVC (Main Profile)
Розмір блоків	Макроблок 16x16	Блоки з деревовидною структурою кодування 64x64 до 8x8	Від 64x64 до 16x16
Блок передбачення	Розбивання 4x4	Від 64x64 до 4x4 асиметричне передбачення	Від 64x64 до 8x8 симетричне передбачення
Блок перетворення	8x8, 4x4	32x32, 16x16, 8x8, 4x4 неквадратні перетворення	32x32, 16x16, 4x4
Кадрове передбачення	9 режимів	35 режимів	35 режимів
Зворотне передбачення	Деблокуючий фільтр	Деблокуючий фільтр, SAO	Деблокуючий фільтр, SAO
Компенсація рухів	Передбачення вектора руху	Покращене передбачення вектора руху	
Глибина кольору	8 біт	10 біт	8 біт
Ентропійне кодування	СABAC, CAVLC	СABAC з паралельними операціями	

Розробка більшості стандартів відеокомпресії призначена, в першу чергу, для досягнення найбільшої ефективності кодування. Ефективність кодування визначається здатністю закодувати відео з мінімально можливою швидкістю передачі даних при збереженні певного рівня якості відео. Існує два стандартних способу вимірювання ефективності кодування відео, один з яких полягає в використанні об'єктивної метрики, такий як пікового відношення сигнал-шум (PSNR), а другий полягає у використанні суб'єктивної оцінки якості відео. Суб'єктивна оцінка якості зображення є найбільш важливим параметром для оцінки кодування відео, так як глядачі сприймають якість відео саме суб'єктивно.

До нового алгоритму запропоновано багато нових можливостей:

- двовимірний нероздільний адаптивний інтерполяційний фільтр (AIF);
- розділимий AIF;
- спрямований AIF;
- компенсація руху з точністю до 1/8-пікселя (Qpel);
- адаптивне передбачення помилок кодування (APES) в просторової і частотної областях;
- адаптивний вибір матриці квантування (AQMS);
- заснована на порівнянні схема вибору і кодування вектора руху;
- режим-залежне зміна настройки всередині кадрового кодування
- передбачається, що ці прийоми принесуть найбільшу користь при багато прохідному кодуванні.

При кодуванні відео в H.265 застосовується такий же «гібридний» підхід, що і у всіх сучасних алгоритмів. Він полягає в застосуванні внутрішньої і між кадрове (Intra- / Inter-) передбачення і двовимірного кодування з перетворенням.

У алгоритма H.265 кожен відеокадр ділиться на блоки. Перший кадр відео послідовності кодується з використанням тільки внутрішньо кадрового передбачення, тобто застосовується просторове передбачення очікуваного рівня відліку всередині кадру по сусіднім відліках, при цьому відсутня залежність від інших кадрів. Для більшості блоків всіх інших кадрів послідовності, як правило, використовується режим між кадрового тимчасового передбачення. У режимі між

кадрового передбачення на підставі даних про величину відліків опорного кадру і вектора руху оцінюються поточні відліки кожного блоку. Кодування і декодування створюють ідентичні між кадрові передбачення шляхом застосування алгоритму компенсації руху за допомогою векторів руху і даних обраного режиму, які передаються в якості додаткової інформації наведено на рисунку 2.5 [35].

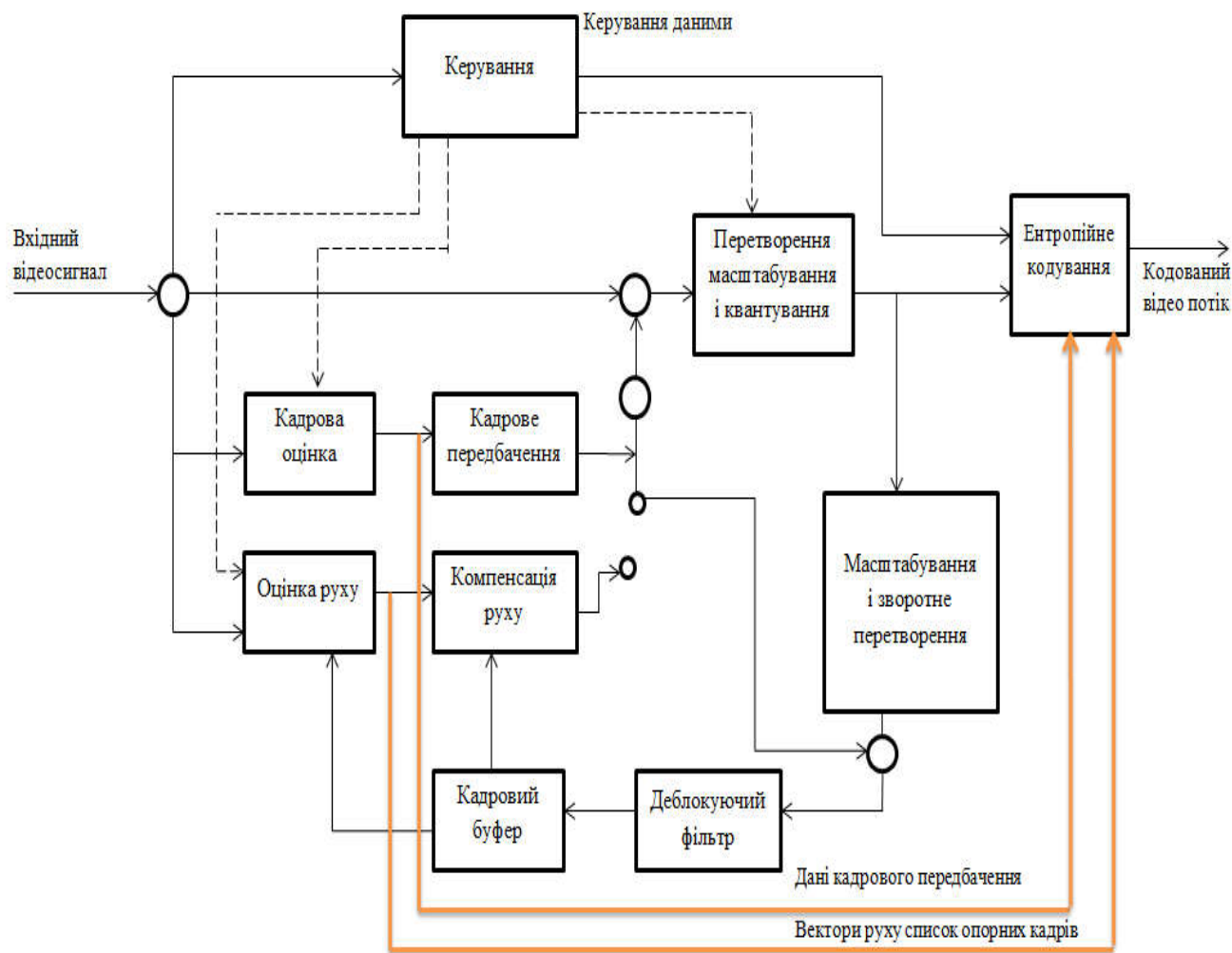


Рисунок 2.5 – Алгоритм роботи H.265

Різницевий сигнал передбачення, який представляє собою різницю між опорним блоком кадру і його пророкуванням, піддається лінійному просторового перетворення. Потім коефіцієнти перетворення масштабуються, квантуються,

застосовується ентропійне кодування, і потім передаються разом з інформацією передбачення.

Кодування в точності повторює цикл обробки декодером так, що в обох випадках будуть генеруватися ідентичні передбачення послідовно даних. Таким чином, перетворені квантовані коефіцієнти піддаються зворотному масштабуванню і потім зворотного перетворення, щоб повторити декодувати значення різницевого сигналу. Різниця потім додається до передбачення, і отриманий результат фільтрується для згладжування артефактів, отриманих поділом на блоки і при квантуванні. Остаточне уявлення кадру (ідентичне кадру на виході декодера) зберігається в буфері декодованих кадрів, яке буде використовуватися для прогнозування подальших кадрів. У підсумку, порядок кодування і декодування обробки кадрів часто відрізняється від порядку, в якому вони надходять з джерела [37].

Передбачається, що відеоматеріал на вході кодування H.265 має прогресивну розгортку. У HEVC не представлено явних функцій кодування чергуванням розгортки, так як розгортка не використовується в сучасних дисплеях і має все менше поширення. Проте, в HEVC були представлені метадані, що дозволяють вказати кодуванню, що було закодовано відео з чергуванням розгортки в одному з двох режимів: у вигляді окремих зображень, як два поля (парні або непарні рядки кадру) або весь кадр цілком. Цей ефективний метод забезпечує кодування відеосигналу з чергуванням рядків, минаючи необхідність навантажувати декодери підтримкою спеціального процесу декодування [38].

2.4 Порівняння алгоритмів відеокомпресії

Найбільш поширеним алгоритмом в відеоспостереженні є H.264. І хоча він вимогливий до обчислювальної частини він дозволяє досить якісно стискати відео для передачі його по локальній мережі або Інтернету. Але прогрес не стоїть на

місці, і в 2012 р був представлений перший чіп, здатний кодувати відеосигнал в форматі H.265. Цей алгоритм, за заявою творців, здатний в два рази знизити розмір одержуваного файлу в порівнянні з файлом, стисненим H.264.

Алгоритм H.264 був цілком успішним проектом. Він дуже гнучкий і набув широкого застосування в мережах розповсюдження потокового відео, на супутникових платформах, а також під час запису Blu-ray дисків. Він дуже хороший для масштабування, завдяки чому він був запропонований як стандарт для 3D з частотою кадрів 48-60 в секунду, і навіть для 4K. І він цілком справляється з цими завданнями. Стандарт, прийнятий для Blu-ray дисків, поки не включає в себе будь-яких рекомендацій щодо даних технологій, однак алгоритм H.264 сам по собі здатний їх підтримувати.

Недолік цього алгоритму H.264 полягає в тому, що будучи в принципі здатним кодувати відео в цих форматах, він не може забезпечити ступінь стиснення, яка б зробила розміри одержуваних файлів прийнятними. Знадобився новий стандарт, який би зміг суттєво зменшити розміри одержуваних після стиснення файлів і тим самим заслужив би міжнародне визнання як засіб просування нових форматів відео. Так і з'явився на світ H.265. Він був розроблений таким чином, щоб використовуючи нові технології стиснення і більш розумну модель кодування / декодування, найбільш економно використовувати пропускні ресурси каналу.

На відміну від H.264, який хоч і може бути використаний для підтримки 4K-телебачення, все ж він не створювався для цього формату, а H.265 розроблявся з урахуванням всіх особливостей 4K, включаючи підтримку 10-бітного відео і високої частоти кадрів. Він підтримує 8-бітовий колір і дає кольорову модель YUV, однак і цю тестову версію багато кому хотілося б побачити в роботі.

Перший експеримент який було проведено це з відео камерами бравши за дослідження їх основну характеристику це кількість мега пікселі. Для першого експерименту було взято камеру з 3 MP відео цією камерою знімалось в день і в ночі. Оброблялось двома різними алгоритмами відео компресії зображено на рисунку 2.6.

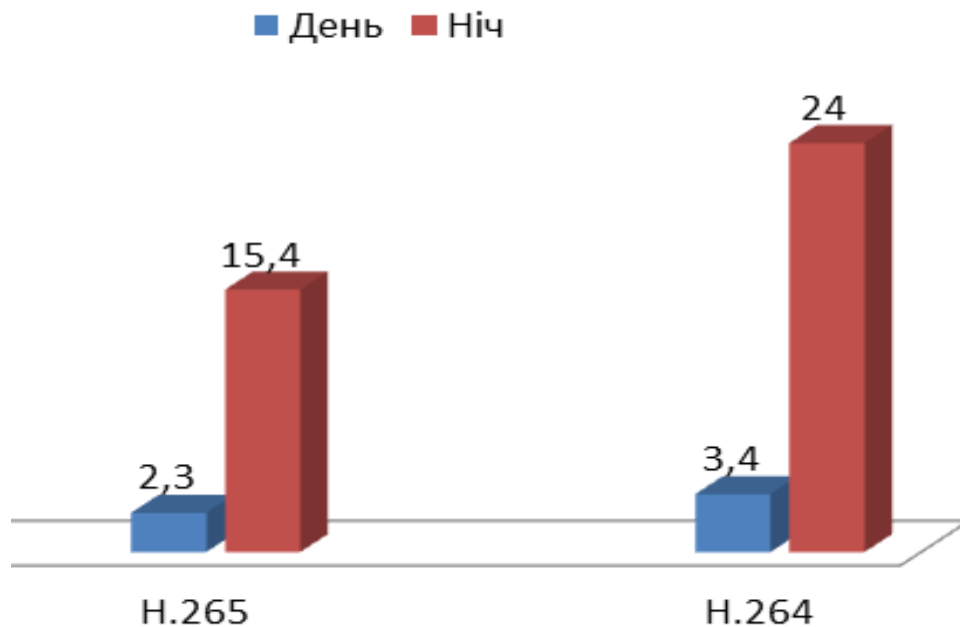


Рисунок 2.6 – Тестування камерою 3MP

Після першого експерименту можна побачити на скільки меншим є відео трафік алгоритма H.265 від H.264 і в ден і в ночі. В день різниця між алгоритмами не дуже помітна але в ночі розмір відео даних який надавав H.265 був меншим при однаковому розширенні.

Далі для іншого експерименту було взято відео камеру з 5 MP також відео камера знімала дані і в день і в ночі представлено на рисунку 2.7.

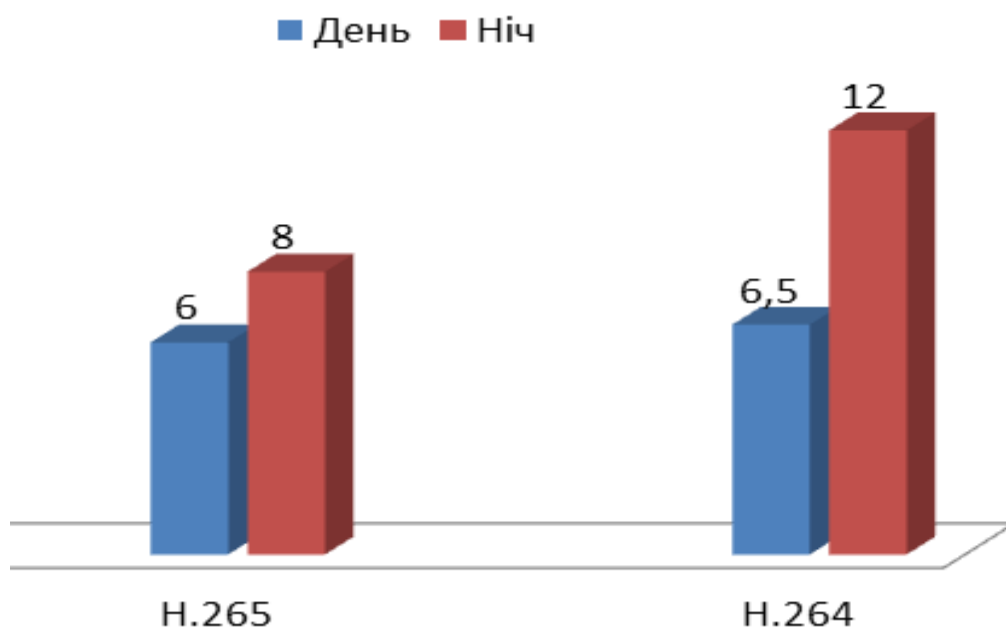


Рисунок 2.7 – Тестування камерою 5 MP

Результати також схожі до першого експерименту відео дані алгоритму Н.265 нижчі як і в день так і в ночі Н.264 при однаковому розширенні відео даних.

Далі був проведений експеримент по використанні програмного забезпечення для обробки відео за допомогою алгоритмів Н.265 і Н.264, і перевірки їх завантаження центрального процесора комп'ютера при обробці. Використовуючи два комп'ютера бюджетну модель і не бюджетну модель. І порівняти алгоритми на одно потоковість і багато потоковість можна побачити на рисунку 2.8.

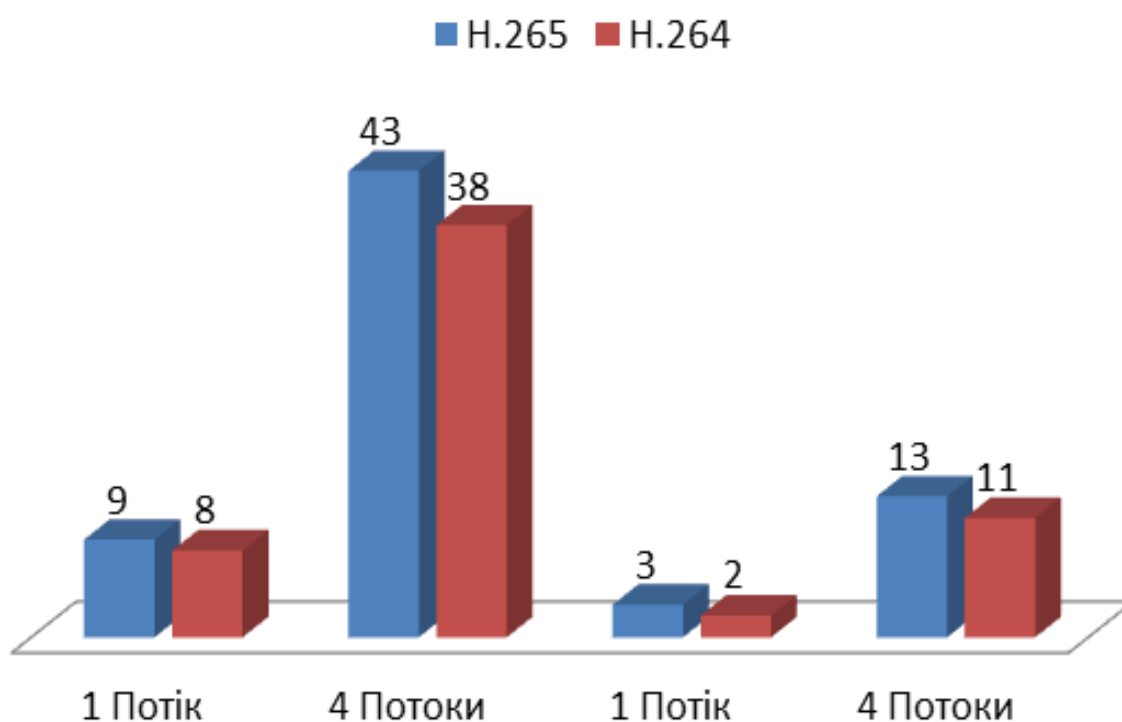


Рисунок 2.8 – Перевірки завантаження ЦП

Алгоритм Н.265 використовує більше ресурсів чим Н.264, це можна пояснити тим що швидкодія його більша якість зображення і сжимання відео більше за Н.264, тому і використання ресурсів йде більшим.

Для іншого експерименту було збільшено бітрейт відео даних 10mb/s і протестовано на такому ж обладнанні як і попередній експеримент два комп'ютери бюджетну модель і не бюджетну модель. Також протестовано на однопотоковість і багатопотоковість обробки відео на спеціалізованому програмному забезпеченні наведено на рисунку 2.9.

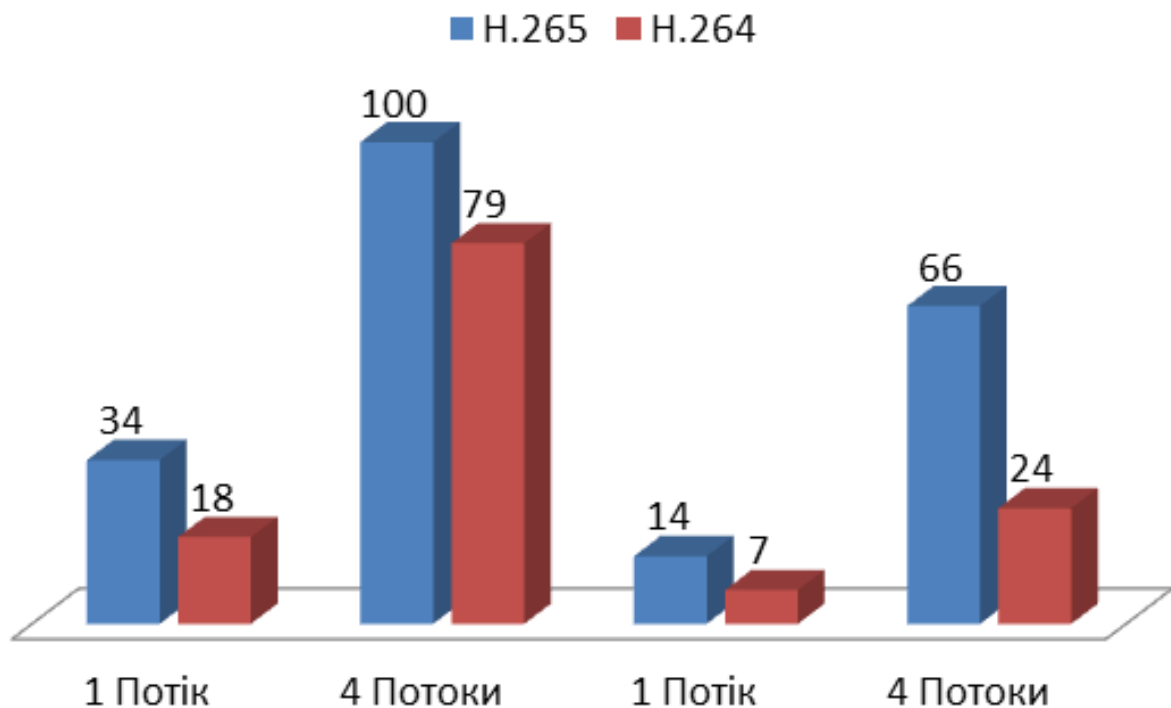


Рисунок 2.9 – Перевірки загрузки ЦП з більшим бітрейтом

Даний експеримент показав що бюджетний комп'ютер при багато потоковості загрузає центральний процесор на 100% при обробці відео. А не бюджетний комп'ютер на 66% так як вже було пояснена причина такої відмінності в загрузці центрального процесора при обробці відео. З цією проблемою вже поборолись використовуючи спеціалізований апаратний продукт який може обробляти відео дані кодувати і декодувати їх не використовуючи при цьому великого ресурсу комп'ютера. Використовуючи цей спеціалізований апаратний пристрій який дасть змогу і на бюджетному комп'ютері вести обробку відео даних в хорошій якості не використовуючи при цьому великого ресурсу центрального процесора і комп'ютера загалом. Для дослідження було взято два комп'ютера.

Бюджетний комп'ютер його характеристики: AMD Quad Core 3.7 GHz, 8 GB RAM і інтегрована відео карта Radeon.

Не бюджетний комп'ютер: Intel Dual Quad Core i7 2.4 GHz, 16 GB RAM, графика 2GB GeForce GT 650M.

У той час, як принцип формату 4K полягає в збільшенні якості картинки за рахунок зменшення розміру окремих пікселів її формують, алгоритм H.265 по суті

робить ці пікселі великими, щоб зменшити бітрейт і відповідно, розмір файлу. При відтворенні ж файлу даний алгоритм проробляє з відео цілу серію трюків, повертаючи назад всі необхідні деталі зображено на рисунку 2.10.

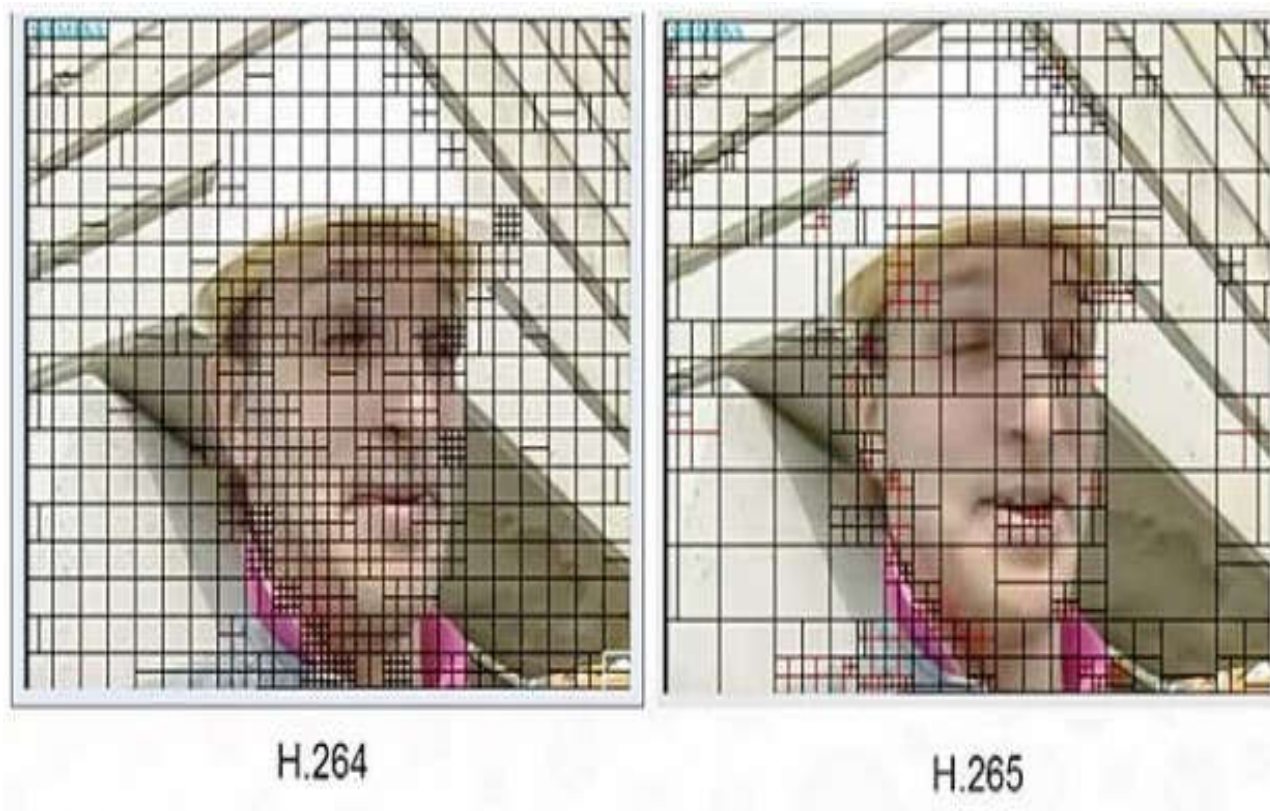


Рисунок 2.10 – Розбиття на блоки зображення

Зокрема, H.264 може взяти макроблок розміром 16x16 пікселів і провести дев'ять «спрямованих передбачень» або ж обґрунтованих припущень, які дозволяють перебудувати пікселі всередині кожного з блоків. Алгоритм H.265 може взяти суперблоки розміром 64x64 і провести 35 «спрямованих передбачень», щоб перебудувати пікселі в ньому. Подібно алгоритм H.264, алгоритм H.265 змінює розмір оброблюваних блоків. Наприклад, він може використовувати набагато менші блоки (до 4x4 пікселів), що формують такі деталізовані фрагменти зображення, як риси обличчя, і блоки більшого розміру для відображення неба або щодо однорідного фону.

Коли зображення збільшити щоб роздивитись якусь конкретну деталь то переваги алгоритма H.265 над H.264 досить помітні, збільшене зображення в

алгоритма H.264 стає розмитим і не чітким, що призводить до того що буде важко виділити якісь елементи. А алгоритм H.265 навпаки показав себе з хорошої сторони його якість зображення не втрачає свої властивості навіть при збільшені зображення. Що є досить великою перевагою в захисті.

Стиснення:

- розширення 1920x1080;
- передача даних 8 мбс.

Був проведений експеримент щоб побачити який повинен бути бітрейт у алгоритма H.264 щоб якість відео була такою ж як в алгоритма H.265. Було взято відео зображення з авто стоянки подано на рисунку 2.11.



Рисунок 2.11 – Тестування алгоритмів з авто стоянки

Було взято вхідне відео зображення і для алгоритму H.264 використано бітрейт 25мб/с, а для H.265 8мб/с. В процесі експерименту зображення було збільшено.

Коли в алгоритма H.264 бітрейт буде 25 мб/с то його якість відео зображення буде такою як в алгоритма H.265 який використовував набагато менший бітрейт в 8мб/с наведено на рисунку 2.12.



Рисунок 2.12 – Тестування алгоритмів з різним бітрейтами

При збільшені зображення вони показали однакову якість, що доводить що алгоритм H.265 при використанні меншого бітрейту чим алгоритм H.264. І показує таке ж якісне відео зображення як H.264 тільки з меншим бітрейтом.

Головна перевага нового стандарту кодування (H.265 / HEVC) в порівнянні з H.264 / MPEG4 - це зниження бітрейта приблизно на 50%. Камера знімає дитячий майданчик двома різними алгоритмами зображено на рисунку 2.12. Бітрейт алгоритма H.265 1478 Kbps, а алгоритма H.264 5030 Kbps. З цього порівняння можна побачити, що відео зняті на алгоритм H.265 будуть мати на багато менший розмір чим в H.264.

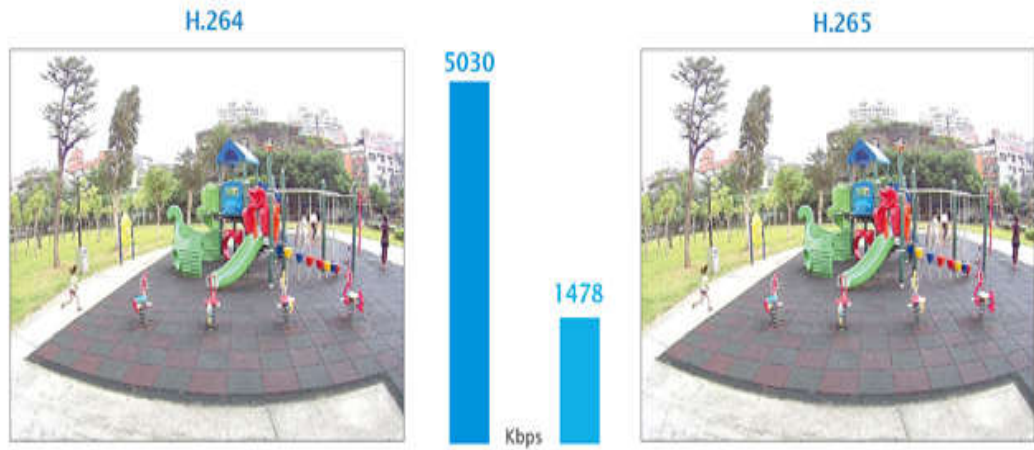


Рисунок 2.12 – Порівняння бітрейту алгоритмів

Для останнього тестування алгоритмів було зроблено аналіз їх з однаковим бітрейтом. Щоб побачити на скільки буде відрізнятися якість вхідного зображення для цього відео було надано бітрейт в 320 kbps проілюстровано на рисунку 2.13.



Рисунок 2.13 – Тестування алгоритму з однаковим бітрейтом

Як можна побачити на рисунку при однаковому бітрейті якість зображення відрізняється. В позитивну сторону алгоритму H.265. В таблиці 1.3 можна побачити порівняння алгоритмів за характеристиками.

Таблиця 1.3 – Порівняння алгоритмів за характеристиками

	H.264 AVC	H.265 HEVC
Розмір блоків	Макроблок 16x16	Блоки з деревовидною структурою 64x64 до 8x8
Блоки передбачення	Розбивання 4x4	Від 64x64 до 4x4 асиметричне передбачення
Блоки перетворення	8x8, 4x4	32x32, 16x16, 4x4 неквадратне перетворення
Кадрове передбачення	9 режимів	35 режимів
Зворотне перетворення	Деблокуючий фільтр	Деблокуючий фільтр, SAO
Компенсація руху	Передбачення вектора руху	Вдосконалене передбачення вектора руху
Глибина кольору	8 біт	10 біт
Ентропійне кодування	СABAC, CAVLC	СABAC з паралельними операціями

IP-камери з алгоритмом H.265 забезпечують високоякісне зображення і знижують навантаження мережі і сховища даних на 40%. Впровадження нового стандарту H.265 дозволить збільшити кількість мегапікселів у мережевих камер (10,15,20 Мп), а також знизити цифрові шуми і більш чітко відпрацьовувати функції WDR (Wide Dynamic Range).

Хочеться акцентувати увагу на основних нововведеннях H.265, щоб відкинути всі сумніви в походженні стандарту і версію.

Можна виділити наступні основні поліпшення:

- підтримка дозволів аж до так званого 8K Ultra HD (8192 x 4320 = 35 мегапікселів).
- максимальний розмір блоку. У стандарті H.264 це 256 пікселів (16 x16), а в стандарті H.265 максимум в 16 разів більше (4096 = 64 x 64). У H.265 розмір блоку вибирається самим алгоритмом в процесі кодування в залежності від вмісту кодованого зображення.
- можливість паралельного декодування. На відміну від H.264, декодери H.265 дозволяють роздільно і одночасно обробляти різні частини одного і того ж кадру, що на повну задіє переваги багатоядерних процесорів і істотно прискорює відтворення.
- довільний доступ до зображень (Clean Random Access). Декодування довільно обраного кадру відеоряду проводиться без необхідності декодування будь-яких попередніх йому в потоці зображень. У H.265 не потрібно вставка проміжних опорних кадрів (I-frames), які ще і помітно збільшують бітрейт відео.
- 10-бітове колірне кодування і високу якість передачі кольору, яке забезпечує «верхній» профіль Main 10. Всі існуючі стандарти пропонують всього 8 біт. Технологія HEVC також може використовуватися і для фотографії (замість 8 біт JPEG можна зберегти знімок з набагато меншим розміром і підняти дискретизацію до 10 біт, що додасть знімку плавні градації яскравості та кольору).
- H.265 передбачає автоматичне визначення типу розгортки, але з самого початку орієнтований на обробку прогресивного відео (аж до 120 кадрів). Втім, ніяких проблем не виникне і в роботі з чергуванням рядків.

3 ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ

3.1 Вибір апаратного забезпечення

3.1.1 Вибір IP-камери

IP – камери - це цифрова відеокамера для відеоспостереження, особливістю якої є передача відео потоку в цифровому форматі у мережі Ethernet і Token Ring. IP - камера має в мережі IP – адресу.

Виділяють два типи IP – камер:

- централізовані – вимагають центрального відео реєстратора;
- децентралізовані – не вимагають централізованого відео реєстратора оскільки мають вбудовану функцію запису на ПК, SD – карту.

В проекті буде використовуватись децентралізований тип IP – камери з підтримкою відео компресії H.265. І з підключення до Wi-Fi мережі для передавання даних на віддалений FTP сервер.

Для порівняння було вибрано IP – камер які використовують алгоритм відекомпресії H.265. Виробник і модель цих IP – камер:

- Beward B5650WL-K220;
- Nadzor RS-CH292H3C-36P;
- Foscam FI 9900P.

У B5650WL-K220 камера зображено на рисунку 3.1. Встановлюється в термокожух з додатковим модулем Wi-Fi для зовнішнього застосування, що дозволяє підключити віддалені IP-відеокамери до локальної мережі на відстані до декількох кілометрів без необхідності прокладки кабелів зв'язку. Термокожух забезпечує безперебійну роботу IP-камери в діапазоні температур від -40 до + 50 ° С, а також захищає її від несприятливих кліматичних впливів і механічних пошкоджень. Управління модулем Wi-Fi і IP-камерою проводиться через веб-інтерфейс, що забезпечує зручність настройки і адміністрування

В даному варіанті виконання камера може підключатися до мережі як по кабелю, так і за допомогою модуля Wi-Fi, що підтримує стандарт 802.11b / g, до

54 Мбіт / с з вбудованою спрямованою панельною антеною 10 dBi, потужністю до 400 мВт, з можливістю роботи на нестандартних частотах. Потужний і надійний Wi-Fi модуль має розширені настройки бездротового з'єднання і може працювати в декількох режимах: точка доступу, бездротовий міст, бездротової клієнт, WDS. Завдяки складній вбудованою антеною системі користувач може програмно змінювати поляризацію і діаграму спрямованості. Підтримуються всі поширені режими шифрування. Харчування Wi-Fi модуля здійснюється по PoE, що знижує не тільки трудомісткість, але і вартість монтажу обладнання і дозволяє варіювати місця установки.



Рисунок 3.1 - IP камера Beward B5650WL-K220

Характеристики:

- сенсор: 5 Мп, SONY Exmor R, 1 / 1.8 "CMOS-сенсор, день / ніч;
- збільшення: цифрове;
- WDR: цифровий, 3 режими роботи;
- формат стиснення: H.265 MP, H.264 HP / MP / BP, Motion JPEG;
- відеопотік: подвійне кодування: розширення, основний потік: 2592x1920, 2368x1776, 2048x1536, 1920x1080, альтернативний потік: 1280x720, 960x720, 640x480, 320x240;

- швидкість передачі: від 32 кбіт / с до 16 Мбіт / с;
- запис зображень на карту пам'яті microSDXC до 256 ГБ;
- мережевий інтерфейс: 10Base-T / 100Base-TX Ethernet порт;
- мережеві протоколи: TCP / IP, IPv4 / v6, HTTP, HTTPS, FTP, SMTP, DNS, DDNS, DHCP, PPTP, PPPoE (CHAP, PAP), RTP, RTSP, SSL, UDP, NTP, ARP;
- стандарт Wi-Fi: IEEE 802.11 b / g (до 54 Мбіт / с);
- режим роботи: точка доступу, бездротовий міст, бездротової клієнт;
- шифрування: WEP 64/128/152-біт, WPA (TKIP) і WPA-2 (AES);
- безпека: багаторівневий доступ із захистом паролем.

NADZOR RS-CH292H3C-36P камеру подано на рисунку 3.2. Камера класу захисту IP67, забезпечує безперебійну роботу камери в наших погодних умовах, жарким літом і самої суворою зимою при будь-якому рівні опадів. Максимальна роздільна здатність зображення становить 4MPix (2688x1520p) при 20 к / с. Камера має фіксований об'єктив, з фокусною відстанню 3.6мм, що забезпечує хорошу деталізацію зображення і широкий кут огляду, близько 92 градусів по горизонталі. Автоматична нічна інфрачервоне підсвічування дозволяє бачити на відстань до 30 метрів при повній відсутності освітлення.



Рисунок 3.2 – IP камера NADZOR RS-CH292H3C-36P

Характеристики:

- робоча область матриці 2592 x 1520p;
- процесор Hi3516D;
- підсвідка 30 метрів;
- відео стиснення H.265 (Main Profile) / H.264;
- розширення зображення 4MPix (2592x1520), 3MPix (2304x1296), 1080p(1920x1080), 720p(1280x720), D1(704x576), VGA(640x480);
- головний потік 4MPix (2592x1520) - 20 к/с.; 3MPix (2304x1296) - 25 к/с.; 2MPix(1920x1080) - 25 к/с.; 1MPix (1280x720) - 25 к/с;
- другий потік D1 / VGA / CIF - 20 к/с;
- третій потік 320x240 - 10 к/с;
- поворот кадру 0° / 90° / 180°;
- мережеві функції TCP/IP, UDP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, RTCP, PPPoE, NTP, UPnP, SMTP, SNMP, IGMP, 802.1X, QoS, IPv6, Bonjour;
- сховище запис на відеореєстратор, FTP сервер.

Вулична Smart Home IP камера Foscam FI9900P відображено на рисунку .3.3, відмінно підійде для перегляду і управління з мобільних пристроїв. Одним з корисних функціоналів Smart камер Foscam, є відправка "PUSH" повідомлень при спрацьовуванні датчика руху або звуку. Повідомлення приходять на мобільні пристрої у вигляді текстових повідомлень зі звуковим оповіщенням. Клас захисту IP66 забезпечує безперебійну роботу камери в наших погодних умовах, жарким літом і самої суворою зимою. Камера має якісну картинку формату FullHD 1920x1080p, широкий кут огляду - 106 град., Нічне підсвічування, роз'єми для підключення мікрофону і динаміка.



Рисунок 3.3 – IP камера Foscam FI9900P

Характеристики:

- роздільна здатність екрану 2592 x 1520p (5.0 Megapixels);
- частота кадрів 25fps;
- бездротова мережа Wi-Fi IEEE 802.11b/g/n;
- стиснення відео H.265, H.264;
- мультипотік 2 потоки;
- слот для карти пам'яті MicroSD card до 128Gb.

На таблиці 1.4 порівняння IP камер за критеріями які потрібні для системи.

Таблиця 1.4 – Порівняння IP камер

	Beward B5650WL-K220	Nadzor RS- CH292H3C-36P.	Foscam FI9900P
1	2	3	4
Розширення зображення	5 MPix	4 MPix	5 MPix

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4
Бездротова мережа	+	+	+
Алгоритм кодування	H.265/H.264	H.265/H.264	H.265/H.264
Додаткова антена	+	-	+
Нічне підсвічування	+	+	+
Давач руху	-	-	+

3.1.2 Вибір одноплатного комп'ютера

Одноплатний комп'ютер (SBC) - це повний комп'ютер, побудований на одній платі, з мікропроцесорами, пам'яттю, входом / виходом (вводом / виходом) та іншими функціями, необхідними для функціонального комп'ютера. Одноплатні комп'ютери були створені як системи демонстрації або розробки, для освітніх систем, або для використання як вбудованих комп'ютерних контролерів

Для вибору одноплатного комп'ютера було розглянуто такі одноплатні комп'ютери як:

- raspberry pi 3;
- odroid-c2;
- banana pi m 64.

Одноплатний комп'ютер raspberry pi 3 зображено на рисунку 3.4. Новинка від raspberry pi foundation обзавелася новим 64-х бітовим soc bcm2837 з 4 ядрами cortex-a53, що працює на частоті 1.2ghz (900mhz у попередній версії). Поєднання збільшення тактової частоти на 33% з різними архітектурними поліпшеннями забезпечить збільшення продуктивності на 50-60% в 32-бітному режимі в порівнянні з raspberry pi 2, або приблизно в десять разів більше в порівнянні з raspberry pi.



Рисунок 3.4 - Одноплатний комп'ютер raspberry pi 3

Характеристики:

- Quad core 1.2ghz broadcom bcm2837 64bit cpu;
- Ram 1gb;
- Videocore iv 3d графічне ядро;
- Bluetooth 4.1;
- 4 usb;
- 40 gpio;
- Full hdmi роз'єм;
- Ethernet порт;
- 3.5mm jack для виведення звуку / відео;
- роз'єм для підключення камери (csi);
- роз'єм для підключення дисплея (dsi);
- роз'єм для micro sd карти пам'яті.

Roid-c2 від корейської компанії hardkernel наведено на рисунку 3.5. Шикарні характеристики, низька потреба, можливість підключення датчиків, підтримка таких ос, як ubuntu, android, arch linux, debian і доступна ціна - причини не оминати увагою 64-бітний odroid-c2.

Працює на базі soc amlogic s905 quad core cortex-a53 з тактовою частотою 1.5ghz, має графічний прискорювач mali-450 і 2gb ram ddr3. Комп'ютер оснащений гігабітним ethernet (realtek rtl8211f), hdmi 2.0, 4 x 2.0 usb, 1 x microusb otg, ir-приймачем, 40 + 7 pin gpio / uart / i2c / i2s / adc, підтримує h.265 4k / 60fps і h. 264 4k / 30fps. На платі розпаяний слот emmc 5.0 hs400 і microsd карт-рідер з підтримкою uhs-1. Поставляється в комплекті з радіатором.

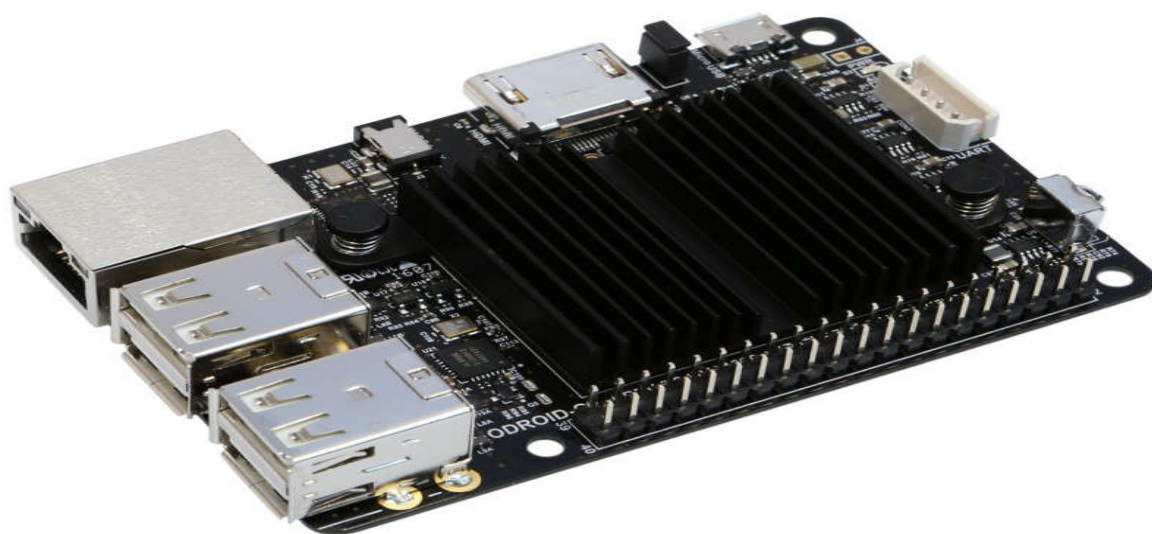


Рисунок 3.5 - Одноплатний комп'ютер Roid-c2

Характеристики:

- Cpu amlogic s905;
- Arm cortex-a53 quad core 1.5ghz;
- кількість ядер процесора 4;
- Gpu mali450mp;
- Ram 2 gb;
- сховище microsd;
- Emmc (опціонально).
- Ethernet 10/100/1000;
- Hdmi;

- Usb порти 4;
- інфрачервоний порт;
- Hdmi;
- Gpio;
- 40 + 7 pins;
- 5v 2a.

Banana pi m64 - новітня розробка від sinovoip показано на рисунку 3.6. Заснована на 64-бітному soc allwinner a64 quad core, що володіє графікою mali400 mp2 dual core, що дозволяє декодувати 4к відео формату h.265 / h.264, і 1080p @ 60fps / 720p @ 120fps кодування. Розмір плати аналогічний banana pi bpi-m3 (92мм x 60мм). Багато докладної технічної інформації на gitbook.

Пам'ять. Нова banana m64 володіє 2gb оперативної пам'яті і 8gb вбудованої. Якщо цього буде замало - не біда, підтримуються карти microsdhc об'ємом до 256gb.

Зв'язок. Плата оснащена гігабітним ethernet на чіпі rtl8211e, wi-fi 802.11 / b / g / n на базі атрак ар6212. Також для зв'язку присутній bluetooth і ік приймач.

Аудіо / відео. Є досить потужною платформою для роботи з відео і аудіо: виробник оснастив плату hdmi роз'ємом версії 1.4 з підтримкою 2к * 4к відео і двоканальним звуком, вбудованим мікрофоном і аудіороз'ємом 3.5 jack.

Периферія. Для підключення зовнішньої камери і дисплея bpi-m64 має роз'єми csi і dsi. Для підключення usb пристроїв - два порти usb 2.0 host і один microusb 2.0 otg. Плата має 40 пінів gpio, сумісних з raspberry pi.

Живлення. Харчується нова bpi-m64 від блоку живлення 5v 2a з круглим джек, тепер підтримка харчування від microusb недоступна, як це було на деяких попередніх banana pi. Крім того, плата оснащена роз'ємом для підключення 3.7v акумулятора, що може стати дуже корисним при реалізації бездротового пристрою.

Операційні системи. Це перша плата китайського виробника з підтримкою windows 10 iot, на офіційному сайті в розділі завантажень вже доступна перша beta версія даної ос. Також є підтримка ubuntu, debian, android 5.1 і android 6.0

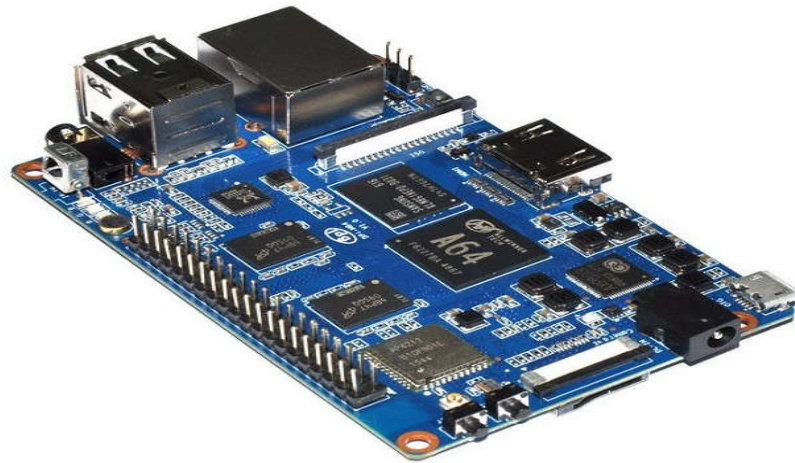


Рисунок 3.6 - Одноплатний комп'ютер Vanana pi m64

Характеристики:

- Cpu allwinner a64;
- Arm cortex-a53 quad core 1.2 ghz;
- кількість ядер процесора 4;
- Gpu mali400mp2;
- Ram 2 gb;
- сховище microsd 8 gb emmc;
- Ethernet 10/100/1000;
- відео висновок hdmi;
- Usb порти 2;
- Bluetooth;
- інфрачервоний порт;
- 3,5 jack;
- Hdmi;
- Gpio;
- 40 pins;
- живлення 5v 2a.

На таблиці 1.5 зображено порівняння одноплатних комп'ютерів за критеріями потрібними для системи.

Таблиця 1.5 – Порівняння одноплатних комп'ютерів

	Raspberry pi 3.	Roid-c2	Banana pi m64
Оперативна пам'ять	1 gb	2 gb	2 gb
Ethernet порт	+	+	+
Робота з алгоритмом H.265	-	+	+
Ціна	+	-	+

3.2 Програмне забезпечення

Модуль ESP 8266 служить в системі як точка доступу для ір-камер. Для налаштування його і подальшої роботи буде використано AT команди.

AT перевірка модуля при успішному старті відповідає ок;

AT+RST пере загрузка модуля при успішному старті відповідає ок;

AT+RESTORE скинути до заводських настройок після виконання команди модуль пере загрузається;

AT+CWJAP_DEF=<логін><пароль> команда після вводу даних зберігає їх в флеш пам'ять і загрузає при наступному запуску;

AT+CWLAP відображає список точок доступу, виводить метод шифрування, силу сигналу, MAC адрес і номер каналу;

AT+CWAUTOCONN <0 або 1> автоматично підключається до точки доступу якщо 0 модуль не підключається автоматично після старту модуля , якщо 1 модуль автоматично підключається до точки доступу після старту модуля;

AT+CIPSTATUS відображає статус підключення до TCP сервера після введення команди повертається відповідь з тип з'єднання, сервер TCP чи UDP, IP адрес, номер порта сервера;

AT+CIPSEND передання даних використовується для текстових команд для модуля, можна передати до 2048 біт, після отримання даних якщо модуль отримав повідомлення він повертає відповідь "send ok" якщо не вдало error

AT+CIPMUX команда для вибору режиму підключення приймає значення 0 або 1 якщо 0 одне підключення, якщо 1 багато підключень.

AT+CIPSERVER запуск TCP сервера приймає значення 0 або 1. 0 сервер відключено 1 сервер включено порт сервера вказувати не обов'язково по стандарту стоїть 333.

AT+CIUPDATE команда дозволяє оновити прошивку модуля по хмарі, потрібно щоб модулі був підключений до інтернету.

AT+PING виводить IP адрес модуля команда водиться AT+PING=IP.

В налаштуванні точки доступу в wi-fi модулі будуть використовуватись такі бібліотеки:

#include <esp8266wifimulti.h> бібліотека multicast пакетів яка дозволяє передавати дані з одного джерела в декілька одержувачів.

#include <esp8266 udp.h> бібліотека для протоколу транспортного рівня user datagram protocol (udp).

Multicast пакети це технологія яка дозволяє передавати дані з однієї точки в декілька одержувачів. Застосовується для передачі відео потоку через Інтернет. За допомогою технології модуль зможе передавати дані в декілька камер одночасно. Роботу з Multicast пакетами можна побачити на фрагменті коду
рисунок 3.7


```

{   Serial.begin(115200);
    delay(10);
    wifimulti.addap("ssid_from_ap_1", "your_password_for_ap_1");
    wifimulti.addap("ssid_from_ap_2", "your_password_for_ap_2");
    wifimulti.addap("ssid_from_ap_3", "your_password_for_ap_3");
    serial.println("connecting wifi...");
    if(wifimulti.run() == wl_connected) {
        serial.println("");
        serial.println("wifi connected");
        serial.println("ip address: ");
        serial.println(wifi.localip());    }}

Void loop()
{   if(wifimulti.run() != wl_connected) {
        serial.println("wifi not connected!");
        delay(1000); }}

```

Рисунок 3.7 – Фрагмент коду multicast пакетів

Serial.begin (115200) встановлюю швидкість передачі в бітах за секунду. Delay (10), delay (1000) вказую затримку в мілісекундах. Wifimulti.addap запит логіна і пароля. Після чого виводить повідомлення що є підключення.

Роботу з протоколом UDP можна побачити на фрагменті коду на рисунку 3.8.

```

Void wifievent(wifievent_t event){
    switch(event) {
        case system_event_sta_got_ip:
            serial.print("wifi connected! Ip address: ");
            serial.println(wifi.localip());
            udp.begin(wifi.localip(), udpport);
            connected = true;
            break;
        case system_event_sta_disconnected:
            serial.println("wifi lost connection");
            connected = false;
            break;    }}

```

Рисунок 3.8 – Фрагмент коду протоколу udp

В даному кодї виконуються обробки подій wifi, ініціалізується стан UDP і буфер передачі.

3.3 Налаштування і тестування системи

Для хорошої роботи модуля і всієї системи в цілому потрібно зробити налаштування. Було вирішено перед початком роботи з модулем. Встановити спеціалізовану прошивку яка покращує роботу модуля в режимі точки доступу. Прошивка версіє 9.2 яка є однією з стабільних версій для модуля esp 8266. Для встановлення прошивки в модуль було використано спеціалізоване програмне забезпечення побачити на рисунку 3.9.

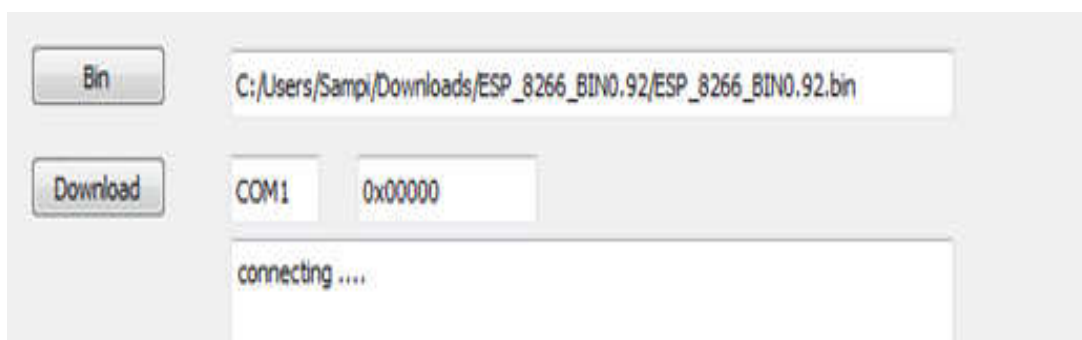


Рисунок 3.9 – Вікно встановлення прошивки для модуля

В програмі тільки дві кнопки bin при її натисканні відкривається вікно для вибору версії прошивки. Потім нажимаємо download і чекаємо поки прошивка завантажиться.

Далі потрібно підключити модуль до нашої системи. В одноплатному комп'ютері буде ос windows 7. Модуль esp 8266 є можливість підключення через usb порт. Тому живлення модуль отримуватиме з usb порта одноплатного комп'ютера. Далі в одноплатному комп'ютері потрібно буде провести не важкі налаштування зі створення нового підключення через wi-fi. Після того як його створили до модуля можна буде підключитись по wi-fi мережі.

Після того як модуль підключений до одноплатного комп'ютера. Потрібно буде створити віддалений ftp сервер, щоб камери спостереження могли передавати дані туди. Для цього знаходимо сайти які надають послуги ftp сервера. Реєструємось там нам надають всі дані нашого сервера які я використаю в налаштуванні системи.

Перейдемо до налаштування модуля як точки доступу. Для цього використаємо програму coolteam зображено на рисунку 3.10.

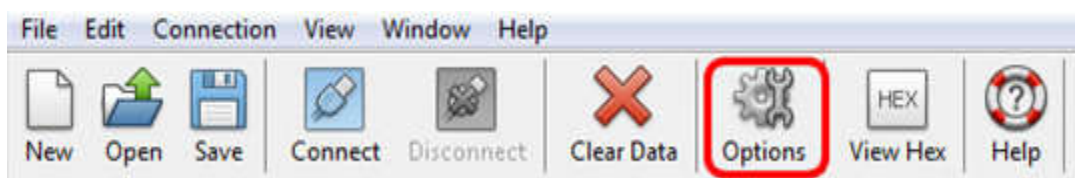


Рисунок 3.10 - Вікно програми coolteam

На програмі виділено налаштування заходимо в них в вкладці serial port вибираємо com порт і швидкість передачі даних представлено на рисунку 3.11.

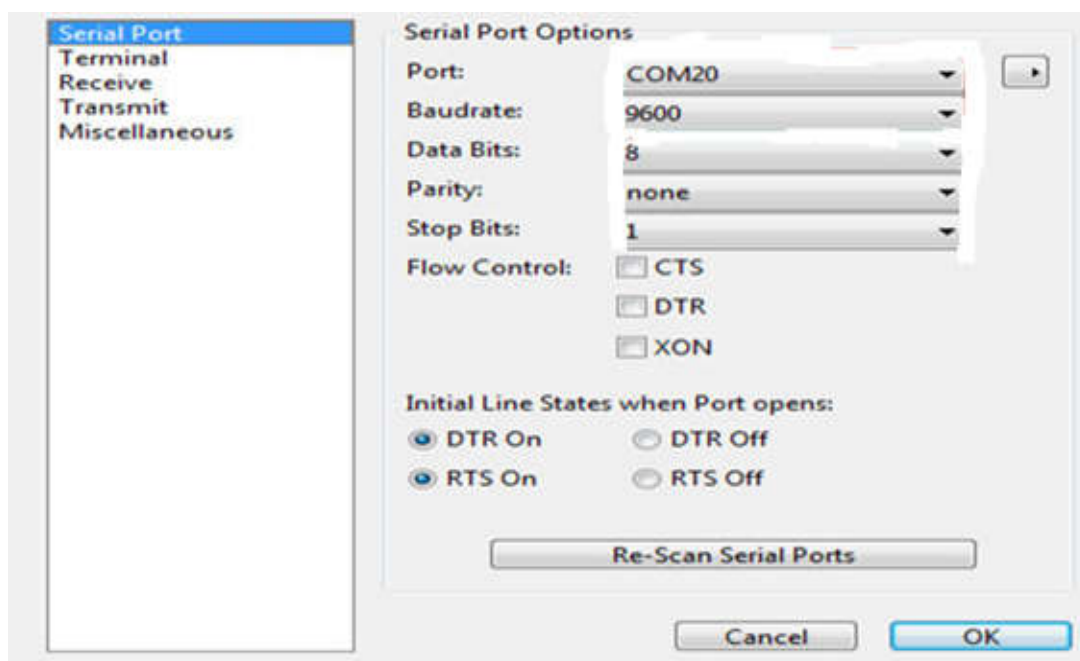


Рисунок 3.11 – Вікно налаштування модуля

Модулі працюють зі швидкістю 57600 і 9600, але в нашому модулі нова прошивка тому він зможе працювати зі швидкістю 115200 бод.

Щоб перевірити чи правильно працює модуль водимо в строці команду `at` якщо отримуємо відповідь `OK` це означає, що модуль налаштовано правильно і працює добре зображено на рисунку 3.12. Створемо свою точку доступу для wi-fi мережі. Відправляємо команду `at+cwsap=>>ssid>>,»password>>,channel,security` в лапках вказуємо (ім'я точки доступу, пароль, канал передачі даних, номер передачі даних) `security` може приймати значення 0 — open, 1 — wep, 2 — wpa-psk, 3 — wpa2-psk, 4 — mixed (wpa-wpa2-psk).

```
AT+CWSAP="pulsar", "pass0000", 11, 4
OK
```

Рисунок 3.12 – Створення точки доступу за допомогою команди `at+cwsap`

Точка доступу працює використавши команду `at+cifsr` можна побачити `ip` і `mac` адрес модуля проілюстровано на рисунку 3.13.

```
AT+CIFSR + CIFSR: APIP, "192.168.4.1"
+CIFSR: APMAC, "la:fe:34:a4:e6:ae"
OK
```

Рисунок 3.13 – Вивід IP адреси модуля

Після налаштування точки доступу можна налаштувати TCP сервера для прийому і відправлення даних. Для цього використовуємо команду `at+cipmode=<mode>` `mode = 0` — not data mode (сервер може відправляти дані клієнту і приймати дані від клієнта), `mode = 1` — data mode (сервер не може відправляти дані клієнту але може приймати дані від клієнта). Встановлюю можливість множинних з'єднань командою `at+cipmux=<mode>`.

В командизначення `<mode>` буде мати 0 або 1 `mode 0` — single connection, `mode 1` — multiple connection. Перевірити режим з'єднання можна командою `at+cipmux`. Запускаємо сервер на порту 8888 командою `at+ cipserv=`

<mode>,[port]. В команді значення <mode> буде приймати 0 або 1 mode 0 — to close server, mode 1 — to open server.

Водимо команди at+cipmode, at+cipmux, at+ cipsver. І отримуємо позитивні результати це означає що TCP сервера працює показано на рисунку 3.14.

```
AT+CIPMODE=0  
OK  
AT+CIPMUX=1  
OK  
AT+CIPSERVER=1, 8888  
OK  
Link
```

Рисунок 3.14 - Налаштування TCP сервера

Налаштувавши TCP сервера потрібно налаштувати ще TCP клієнта. Для цього пробуємо використати команду at+cipstart=<id><type>,<addr>,<port>. Можливі такі значення id = 0-4, type = TCP, addr =IP адрес, port =8888 зображено на рисунку 3.15.

```
AT+CIPMODE=0  
OK  
AT+CIPMUX=1  
OK  
AT+CIPSTART=0, "TCP", "192.168.4.1", 8888  
OK  
Link
```

Рисунок 3.15 – Налаштування TCP клієнта

Після завершення налаштування для модуля ESP 8266 переходимо до налаштування IP камер. В IP камер є свій власний інтерфейс налаштування в ньому можна надати IP адрес для IP камери.

В IP камери є можливість передачі даних на FTP сервер. Вказую в поле з адресою сервера посилання на сайт де буде знаходитись сервер. Воно потрібно для того щоб камера передавала дані по вказаній адресі. Також потрібно вказати вільний порт для сервера в моєму випадку. Для цього переходимо в вікно FTP сервера в інтерфейсі IP камери і водимо адрес або IP адресу сервера, ім'я і логін куди ми будемо заходити відображено на рисунку 3.16.

FTP Server	<input type="text" value="ftp.zipato.com"/> Example ftp://192.168.1.103/dir The maximum length of the address is 127, does not support the character & =
Port	<input type="text" value="21"/>
FTP Mode	<input type="text" value="PASV"/>
Username	<input type="text" value="tsMOhWLgpQGcAZCm"/> The maximum length of the user name is 63, support numbers, letters and symbols _ @ \$ * - , . # !
Password	<input type="password" value="....."/> The maximum password length is 63, including numbers, letters and symbols ~ ! @ # \$ % ^ * () _ + { } : " < > ? ' - ; ' \ , . /

Рисунок 3.16 – Налаштування FTP сервера

В IP камера реагує на рух за допомогою давачів руху. Можна налаштувати її так що при виявлені руху вона сповіщає про це на пошту. Для цього потрібно зайти в налаштування пошти в інтерфейсі IP камери зображено на рисунку 3.17.

SMTP сервер	smtp.gmail.com
SMTP порт	465
Transport Layer Security	TLS
Требуется аутентификация	Да
SMTP имя пользователя	Vitalik.Adamiv@gmail.com
SMTP пароль
Первый получатель	Vitalik.Adamiv@gmail.com
Второй получатель	
Третий получатель	

Рисунок 3.17 – Налаштування сповіщення на пошту

В налаштування вказано gmail пошту після спрацювання датчик руху IP камера буде відправляти фото з місця загрози. Інтервал відправки повідомлень можна задавати налаштування наведено на рисунку 3.18.

Чувствительность	Средняя
Triggered Interval	10s
Action	Звонок <input type="checkbox"/>
	Отправить E-mail <input checked="" type="checkbox"/>
	Сделать снимок <input checked="" type="checkbox"/> Интервал времени <input type="text" value="2s"/>
	Запись <input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 3.18 – Налаштування відправки повідомлень

В налаштуваннях можна задати чутливість датчик. Інтервал з яким IP камера буде відправляти повідомлення на мою пошту. Також було поставлено інтервал для фото які будуть відправлятись на пошту.

В налаштуваннях також є область виявлення в ній вказується які саме об'єкти камера повинна захищати і попереджати про небезпеку зображено на рисунку 3.19. Вказавши область камері вона буде слідкувати за автомобілями. Виявляючи якісь об'єкти які наближаються до автомобіля камера буде передавати фотографії з інтервалом в 10 секунд. На пошту і сервер який було вказано в налаштуваннях.

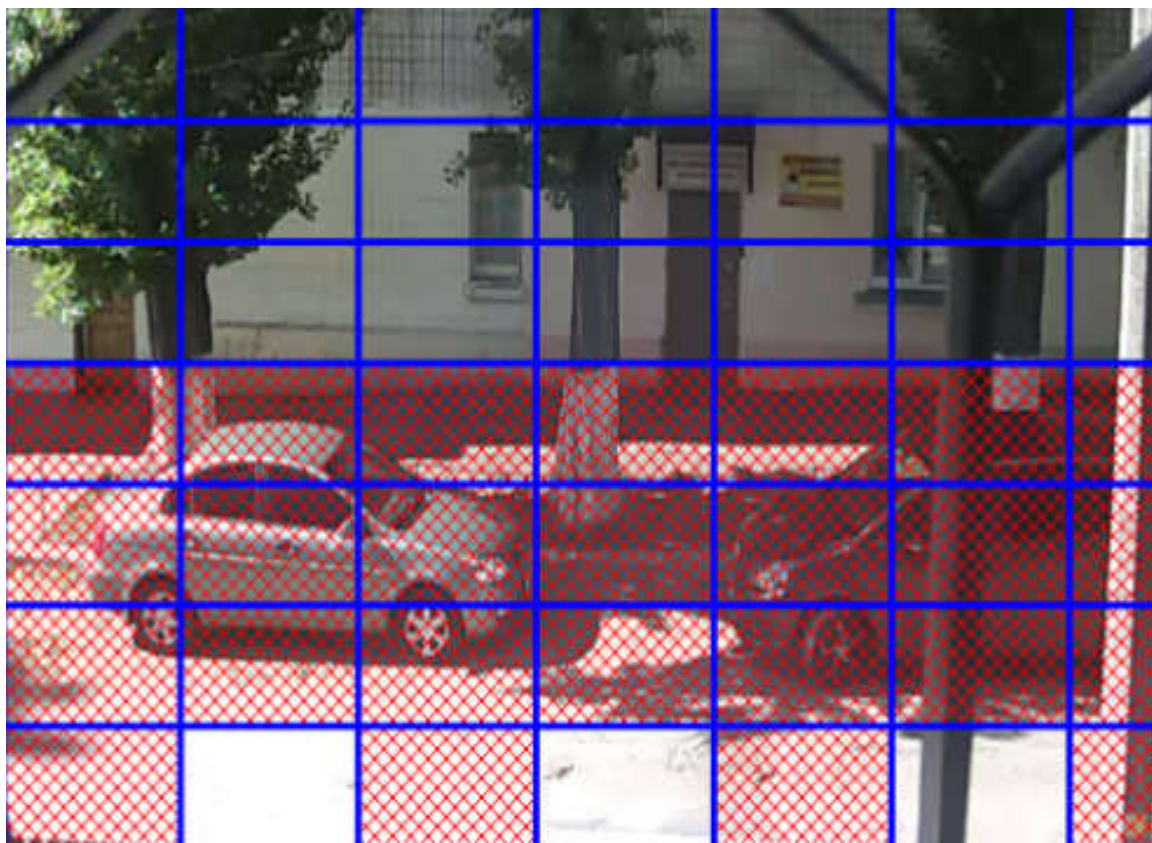


Рисунок 3.19 – Виділення об'єктів камерою

Після того як ми вказали де знаходяться об'єкти які повинна захищати IP камера зберігаємо налаштування.

Тестування були зроблені за допомогою відео зйомки авто стоянки проілюстровано на рисунку 3.20 Для порівняння різниці в розмірі відео файлів між різними алгоритмами відео компресії. Відео пройде етап відео компресії двома алгоритмами. Відео з розширенням 1364x768 з бітрейтом 2400 кб/с.



Рисунок 3.20 – Відео зйомка авто стоянки

Після того як відео пройшло компресію результати були такі. Розмір відео став відрізнятись на алгоритмі H.264 відео мало розмір 54 мб відео з алгоритмом H.265 займало 21 мб. Якість відео при цьому не відрізнялась.

Далі відео яке пройшло компресії алгоритмом H.265 пройде тестування на програмному забезпечення Zond 265. Програма спеціально розроблена для тестування відео які оброблялись алгоритмом H.265.

Загрузивши відео в програму Zond 265 вона дозволяє показати як саме алгоритм бачить відео і ділить його на пікселі від 4x4 до 64x64 представлено на рисунку 3.21.

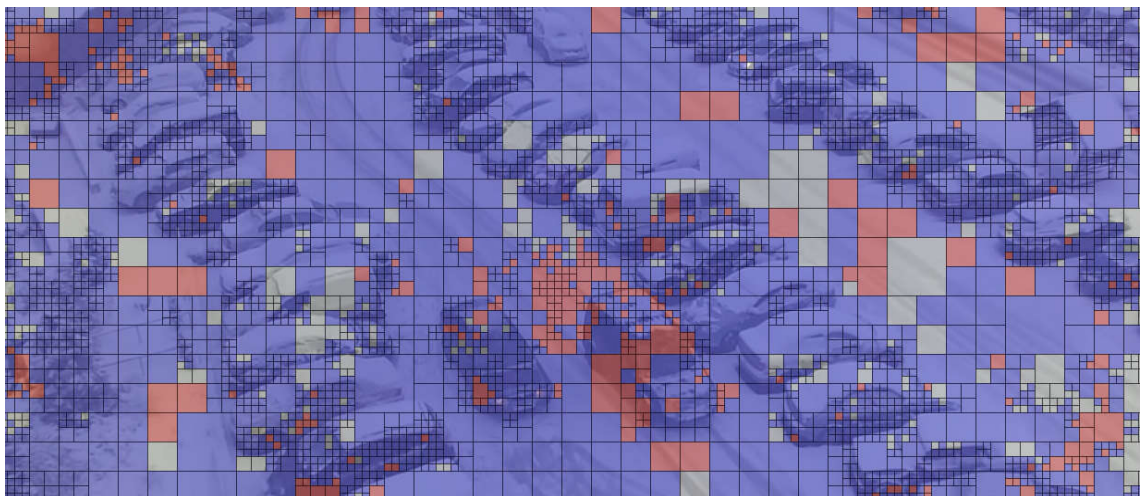


Рисунок 3.21 – Запуск відео в програмі

Програма обраховує кількість блоків і виводить їх побачити на рисунку 3.22.

Intra PU sizes		%	Numbers
4x4	30.95	7360	
8x8	59.66	14187	
16x16	7.75	1843	
32x32	1.63	388	

Inter PU sizes		%	Numbers
8x8	55.12	72361	
16x16	23.79	31236	
32x32	18.70	24550	
64x64	2.39	3142	

Рисунок 3.22 – Кількість блоків в відео

Можна побачити, що відео оброблене алгоритмом H.265 працює правильно. Воно використовує пікселі розміром 4x4 до 64x64, що характерно тільки для алгоритма H.265.

Програма також виводить графік бітрейту в відео файлі. Це дозволяє побачити в який момент часу найбільше передається інформації подано на рисунку 3.23.

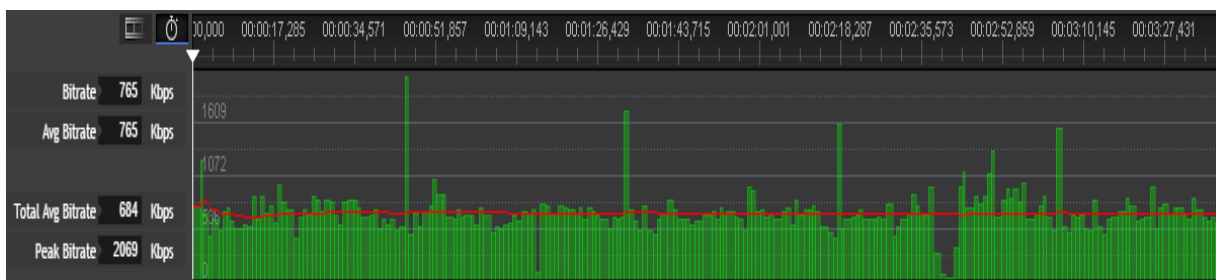


Рисунок 3.23 – Часовий графік

Як можна побачити тільки в деяких часових моментах бітрейт відео піднімається вище 1000. Це спричинено тим, що в відео проходять появляються нові рухомі об'єкти автомобілі і люди. Коли вони рухаються алгоритм міняє їх значення пік селів і збільшує в цей момент бітрейт відео.

В режимі відео трансляції з IP камери бітрейт між різними системами відрізнявся на 50% зображено на рисунку 3.24.

Channel	Kb/S	MB/H
1	2233	896
2	4038	1492

Рисунок 3.24 – Бітрейт передачі даних

Цифрою 1 показано передачу даних моєю системою на алгоритмі H.265. Під цифрою 2 показано передачу даних системи на алгоритмі H.264. Дві системи передавали відео файл з однаковим розширенням і якістю. З рисунку можна побачити, що система на алгоритмі H.265 буде загрузати мережу системи менше. Переваги і недоліки запропонованої системи захисту мною і аналогової системи відтворено на рисунку 3.25.

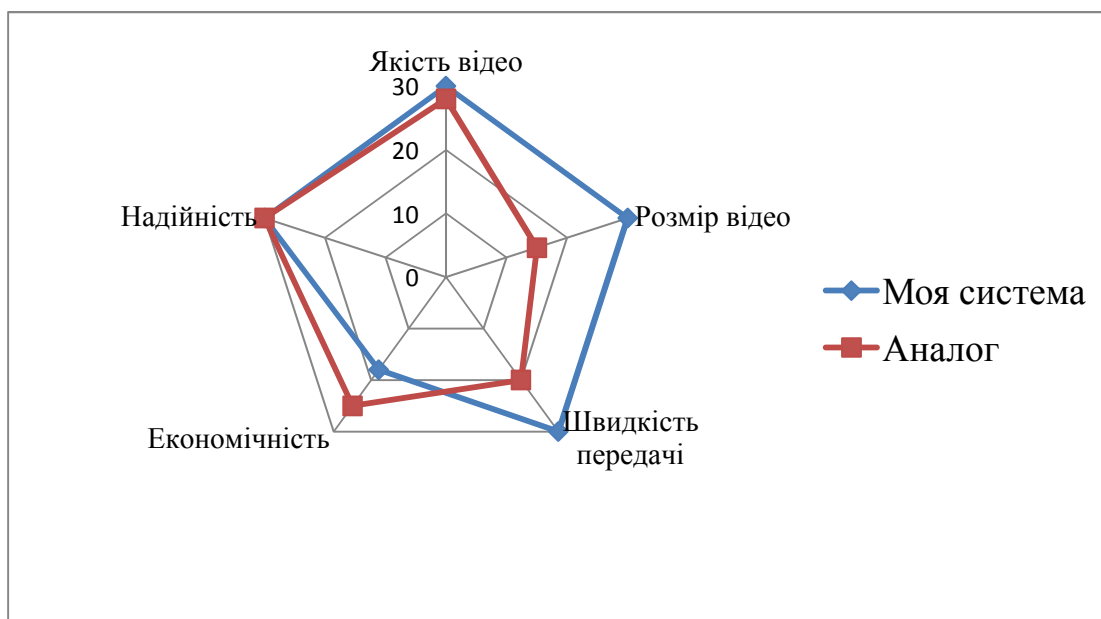


Рисунок 3.25 – Переваги і недоліки системи

Як можна побачити з графіку який оцінює систему по кількості набраних балів. Моя система програє в економічності через те, що алгоритм новий і не має достатньо технічного забезпечення для нього.

ВИСНОВКИ

1. В результаті виконання магістерської роботи було досліджено “розумне місто”. Визначено аспекти які входять в “розумне місто”. В магістреській роботі я працював над таким аспектом як покращення безпеки “розумного міста”. На основі дослідження були зроблені аналізи які дали зрозуміти, що захист таких об'єктів як автостоянки є не досконалий. Відсоток крадіжок автомобілів з автостоянок в містах є досить великими, це дало поштовх для розробки системи яка буде передбачати крадіжку автомобіля.

2. Було проведено дослідження модуля ESP 8266. Модуль не має високої пропускнуої здатності як точка доступу. Тому було досліджено алгоритми відео компресії які можуть зжимати дані, що дозволило зменшити розмір файлу. А зменшення розміру файлу зменшить навантаження даних які буде передавати модуль ESP 8266. З досліджень алгоритмів відео компресії було вибрано сучасний алгоритм H.265.

3. Зроблено порівняння апаратних елементів які будуть в системі захисту. Проведено порівняння одноплатних комп'ютерів і бездротових відео камер. Вибрано одноплатний комп'ютер Banana pi m64 перевагою його є те, що в нього вмонтований апаратний декодер H.265. IP камера Foscam FI9900P є бездротовою вона також працює з алгоритмом відео компресії H.265. Після вибору всіх апаратних елементів було проведено їх налаштування.

4. Розроблено алгоритм роботи системи. На алгоритмі наведено як між собою працюють апаратні елементи системи. Яку роботу вони виконують в системі захисту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамів В.М. Алгоритми захисту об'єктів “розумного міста” на основі модуля ESP 8266 / М.В. Адамів, М.В. Теслюк, Ю.О. Борейко. Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: Матеріали Всеукраїнської конференції з міжнародною участю АСІТ 2017. – Тернопіль ТНЕУ, 2017. – 211-212 с.
2. Anthony M. Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia / M. Anthony. – W.: Doubleday, 2014. – 416 p.
3. Carol L. Building Smart Cities: Analytics, ICT, and Design Thinking / L. Carol. - N.Y.: ABC-CLIO, 2015. – 290 p.
4. Caspar H. Smart Cities, Digital Nations: Building Smart Cities in Emerging Countries and Beyond / H. Caspar. - R.P.: Street & Smith, 2017. – 224 p.
5. George K. Smart Cities: Applications, Technologies, Standards, and Driving Factors / K George. – S.: Annual Reviews, 2017. – 239 p.
6. Wade S. Smart City Use Cases: Smart City Case Studies and Development Notes / S. Wade. – I.: CRC, 2017. – 106 p.
7. Amitabh S. The Smart City Transformations: The Revolution of the 21st / S. Amitabh. – N.Y.: Ablex Publishing, 2016. - 305 p.
8. Komninos N. Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces / N.Komninos. - N.Y.: Addison–Wesley, 2002. - 320 p.
9. Securing Smart Cities [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://securingsmartcities.org> – Дата звернення 23 травня 2017.
10. Paskaleva K. Enabling the smart city: The progress of e-city governance in Europe / Krassimira Paskalev // International Journal of Innovation. – 2009. 405–422 p.
11. Antoine P. Smart Cities: A Spatialised Intelligence / P.Antoine. – W.: Palgrave Macmillan, 2015. – 168 p.
12. Технології розумного міста у XXI столітті [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kpi.ua/14-04-25> - Дата звернення 9 березня 2017.

13. Harrison C. Foundations for Smarter Cities/ C. Harrison. - D.C.: ABC-CLIO, 2010. – 365 с.
14. The 5 most "smart" cities in the world [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rb.com/list/smarest-cities> - Дата звернення 10 березня 2017.
15. Lazaroiu G. Definition methodology for the smart cities model / G. Lazaroiu S.: Addison–Wesley, 2012. – 332 с.
16. Allwinkle S. Urban regeneration and sustainable communities: the role of networks, innovation and creativity in building successful partnerships / Sam Allwinkle // Journal of Urban Technology. – 2007, Т.14, №1,–С. 77 – 91.doi:10.1080/106307307.
17. Smart Cities - cities of the future [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greencapacity.ru/ru/information/smart-cities> - Дата звернення 24 серпня 2017 р.
18. Building smart sustainable cities of tomorrow [Электронный ресурс] / Houlin Zhao. – INC, 2016. Режим доступа – http://www.itu.int/en/2016_ITUNews02-ru.pdf - Дата звернення 10 червня 2017.
19. Deakin M. "From Intelligent to Smart Cities" / Markes Deakin // Journal of Intelligent Buildings International: From Intelligent Cities to Smart. – 2009,Т.13 № 3,- С, 7-10. doi:10.1080/17508975.2011.586671.
20. Cyber security guidelines for smart city technology adoption [Электронный ресурс] / C. Cerrudo, A. Hasbini, B. Russell. – SSC, 2015.Режим дотсупу – http://securingsmartcities.org /2015/11/Guidlines_for_Safe_Smart_Cities.pdf - Дата звернення 5 серпня 2017.
21. Komninos N. Intelligent cities: Variable geometries of spatial intelligence. In Deakin, Mark; Al Waer, Husam. From Intelligent to Smart Cities / Nicos Komninos // Journal of Intelligent Buildings International: From Intelligent Cities to Smart.2010, Т. 20. № 9, -P, 23-28.doi:10.1080/17508975.2011.586671.
22. Hazapis Y. An Architectural Framework and Enabling Wireless Technologies for Digital Cities & Intelligent Urban Environments / Yovanof Hazapis // Journal Wireless Personal Communications. 2009, Т.40, №10, –P, 445–463. doi:10.1007/s11277-009-9693-4.

23. Richardson L. Learn about video compression and H.264 VCODEX. Vcodex Limited / L. Richardson. - N.Y.: Addison–Wesley, 2011. – 56 p.
23. Gary J. Overview and Introduction to the Fidelity Range Extensions / J. Gary - T.:ABC-CLIO, 2013. – 120 p.
24. Richardson L. H.264 and MPEG-4 Video Compression: Video Coding for Next-Generation Multimedia / L. Richardson – N.Y.: Addison–Wesley, 2005. -368 p.
25. Richardson L. The H.264 Advanced Video Compression Standard / L. Richardson - N.Y.: Addison–Wesley, 2010. – 346 p.
26. Xiaohua T. Entropy Coders of the H.264/AVC Standard: Algorithms and VLSI Architectures / T. Xiaohua – S.: Palgrave Macmillan, 2010. – 180 p.
27. Richardson L. High Efficiency Video Coding: Coding Tools and Specification / L. Richardson – N.Y.: Addison–Wesley, 2014. – 314 p.
28. Vikram A. Motion Estimation Technique for H.264 Advanced Video Coder: Software modeling, hardware architecture design and FPGA implementation of motion estimation block for H.264 AVC / A. Vikram – L.L.: Ace Books, 2010. – 76 p.
29. Aamir K. Adaptive Error Concealment Algorithms for H.264/AVC Applications: The error-resilient techniques for H.264/AVC on the decoder side / K. Aamir – L.L.: Ace Books, 2011. – 276 p.
30. Ying C. A parallel Architecture for Motion Estimation using H.264/AVC standard / C. Ying – V.: VDM, 2010. – 244 p.
31. Rainer J. Comparison of the Coding Efficiency of Video Coding Standards – Including High Efficiency Video Coding (HEVC)/J.Rainer – N.Y.:Apress, 2012.-138 p.
32. McCann K. Video coding technology proposal by Samsung / K. McCann - L.: Academic Press, 2010. – 85 p.
33. Jakub S. Multiview HEVC – experimental resultsin / S. Jakub - G.: Doubleday, 2011. – 205 p.
34. Dong T. Analysis of 3D and multiview extensions of the emerging HEVC standard / T. Dong - S.D.: Wiley, 2012. – 310 p.
35. Sebastian S. Adaptive depth filtering for HEVC 3D video coding, in Picture Coding Symposium / S. Sebastian – N.Y.: HarperCollins, 2012. – 213 p.

36. Gary J. High Efficiency Video Coding (HEVC): Algorithms and Architectures / J. Gary – S.: Street & Smith, 2014. – 375 p.
37. Mark K. And its application high efficiency video coding technology HEVC/H.265 / K. Mark – D.:Omusha, 2013. – 450 p.
38. Wang S. A new generation of highly efficient video coding H.265HEVC: principles. Standards and implementation / S. Wang – N.Y.: EIP, 2014. - 210 p.
39. Mark K. H.265/HEVC Overview and Comparison with H.264/AVC / K. Mark – N.Y.: Addison-Wesley, 2015. – 102 p.
40. Gary J. High Efficiency Video Coding: Coding Tools and Specification / J. Gary – S.: Apress, 2014. – 314 p.
41. Matthew S. 802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide: Enabling Mobility with Wi-Fi Networks / S. Matthew – O.: Perseus Books Group, 2017. - 700 p.
42. Matthew S. 802.11n: A Survival Guide: Wi-Fi Above 100 Mbps / S. Matthew - O.: Perseus Books Group, 2012. – 144 p.
43. Neil R. Wi-Fi (802.11) Network Handbook / R. Neil – S.A.: McGraw-Hill Osborne, 2002. – 363 p.
44. Wade S. Wireless Deployment Handbook / S. Wade – I.: CRC, 2015. – 178 p.
45. Танненбаум Э. Компьютерные сети / Э. Танненбаум – СПб.: Питер, 2002. – 992 с.
46. Заика А. Компьютерные сети. / А. Заика – М.: Олма-Пресс, 2006. – 448 с.
47. Столлингс В. Современные компьютерные сети / В. Столлингс – СПб.: Питер. 2003. – 784 с.
48. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер – СПб.: Питер, 2002. – 672 с.
49. Esp8266 - Сообщество разработчиков [Электроний ресурс]. – Режим доступа <https://esp8266.ru/arduino-ide-esp8266/> - Дата звернення 20 листопада 2017.
50. MiniBoard [Электроний ресурс]. – Режим доступа <https://miniboard.com.ua/14-boards> - Дата звернення 5 вересня 2017.