

УДК 621.397

**ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕТЕКТОРІВ РУХУ НА БАЗІ SAD-АЛГОРИТМУ
В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА
ВІДЕОАНАЛІТИКИ
(ЧАСТИНА 2)**

БАЛЯР В. Б., МАЗУРКЕВИЧ О.Ф., ФОКІН Р.Ю., ПИРОГ О.Г., ГРИЩЕНКО А.В.

*Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова
ДП "Український науково-дослідний інститут радіо та телебачення"
65029, Україна, м. Одеса, вул. Кузнечна, 1.
balyar.vb@gmail.com; balyar.vb@onat.edu.ua*

**ESTIMATION OF MOTION DETECTION EFFICIENCY BASED ON SAD-ALGORITHM
IN VIDEO ANALYTICS AND VIDEO SURVEILLANCE INTELLECTUAL SYSTEM
(PART 2)**

BALIAR V. B., MAZURKIEWICZ O.F., FOKIN R., PIROG E.G., GRISHENKO A. V.

*O.S. Popov Odessa National Academy of Telecommunications
SE "Ukrainian scientific-research institute of radio and television"
1 Kuznechna st., Odessa, 65029, Ukraine
balyar.vb@gmail.com; balyar.vb@onat.edu.ua*

Анотація. Проаналізовано вимоги до інтелектуальних систем відеоспостереження на основі Рекомендацій МСЕ та операційної практики. Надано кількісні та якісні оцінки систем детектування руху на базі алгоритму SAD за різних умов спостереження. Надано рекомендації із застосування побічних систем для вирішення задач відеоаналітики та відеобробляння.

Ключові слова: відеоаналітика, відеоспостереження, детектор руху, SAD, ITU-T H.626, Matlab.

Abstract. Requirements for intelligent video surveillance systems based on ITU Recommendations and operational practices are analyzed. Quantitative and qualitative estimates of performance for motion detection systems based on the SAD algorithm under different observation conditions are obtained. Recommendations on the use of relevant systems for video analytics and video processing tasks are provided.

Key words: video analytics, CCTV, motion detector, SAD, ITU-T H.626, Matlab.

**1 АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТЕКТОРУ РУХУ НА БАЗІ SAD-АЛГОРИТМУ
ЗА ЗМІНЕННЯ КОНТРАСТУ ЗОБРАЖЕННЯ**

Також було досліджено вплив характеристик системи виявлення руху від змінення контрасту зображення. Значення контрасту також змінювали в позитивну та негативну сторони (від -127 до 127). Отримані залежності наведено на рисунках 44-56.

При зменшенні значення контрасту зображення кількість подій виявлення руху зменшується від 297 кадрів до декількох одиниць кадрів. Так при значенні відносного контрасту -100 величина подій, що їх виявлено, відповідає 180 подіям (реальне значення 245 кадрів з рухом). А вже при значеннях контрасту -127 це значення відповідає 5-10 подіям.

Таким чином зменшення контрастності зображення напряму впливає на характеристики детектора виявлення руху. При тому ж самому значенні порогу й мінімальному значенні відносної яскравості кількість виявлених подій є більшою, що говорить про те, що зміна контрасту більше впливає на характеристики детектора, ніж у випадку зміни контрасту.

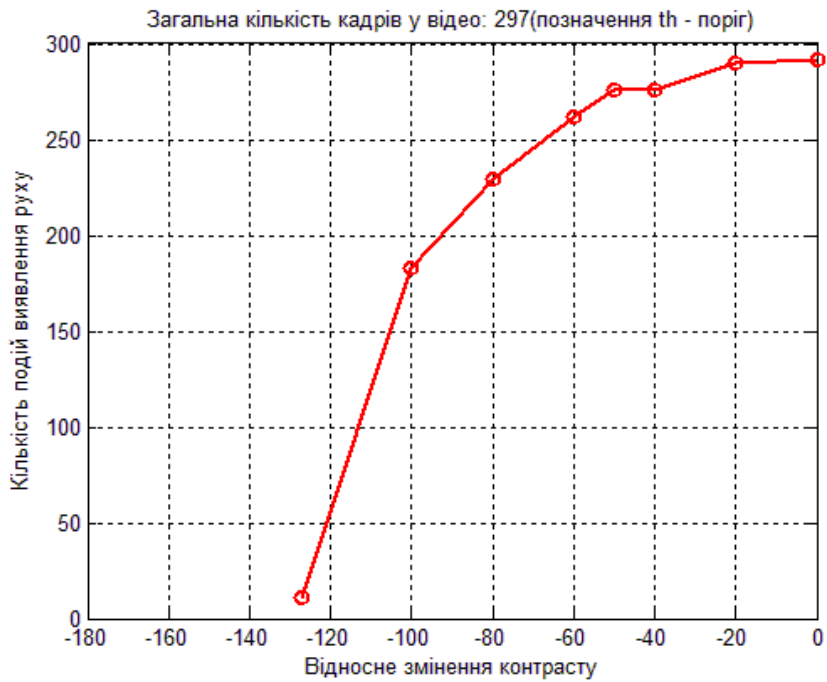


Рисунок 44 – Залежність кількості подій виявлення руху від відносного змінення контрасту при значенні порогу $th = 25$

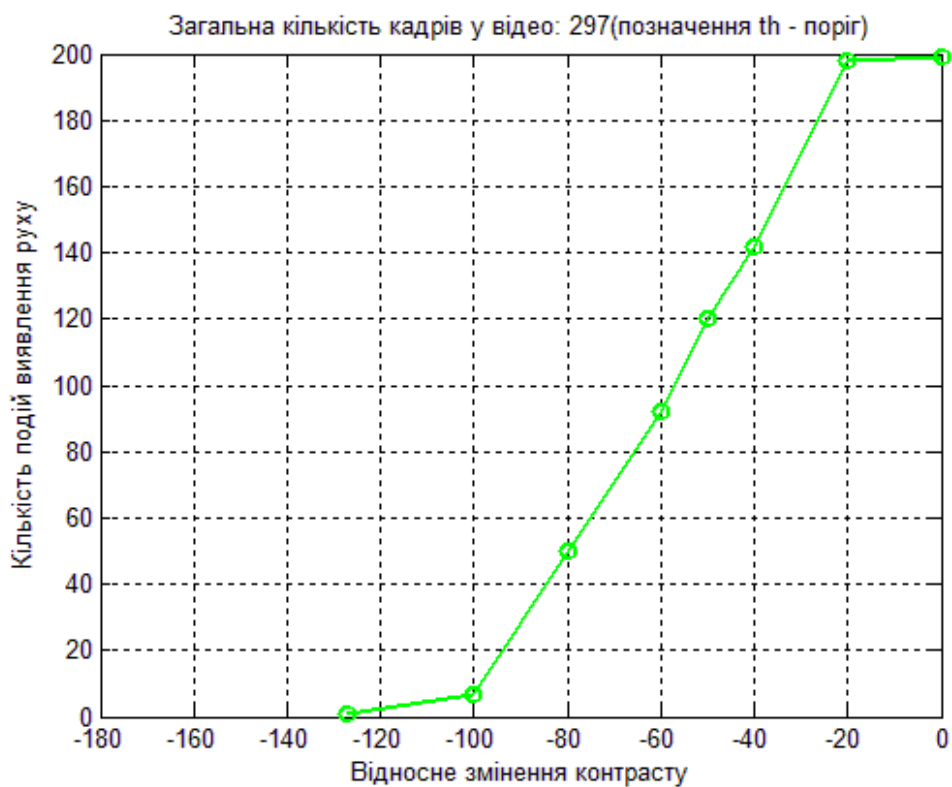


Рисунок 45 – Залежність кількості подій виявлення руху від відносного змінення контрасту при значенні порогу $th = 100$

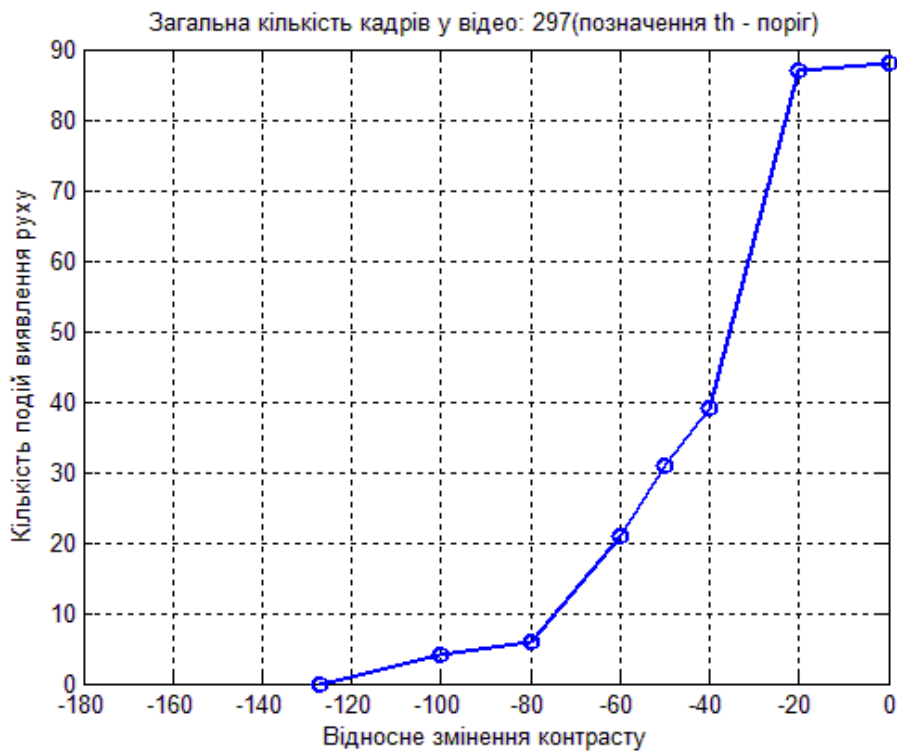


Рисунок 46 – Залежність кількості подій виявлення руху від відносного змінення контрасту при значенні порогу $th = 200$

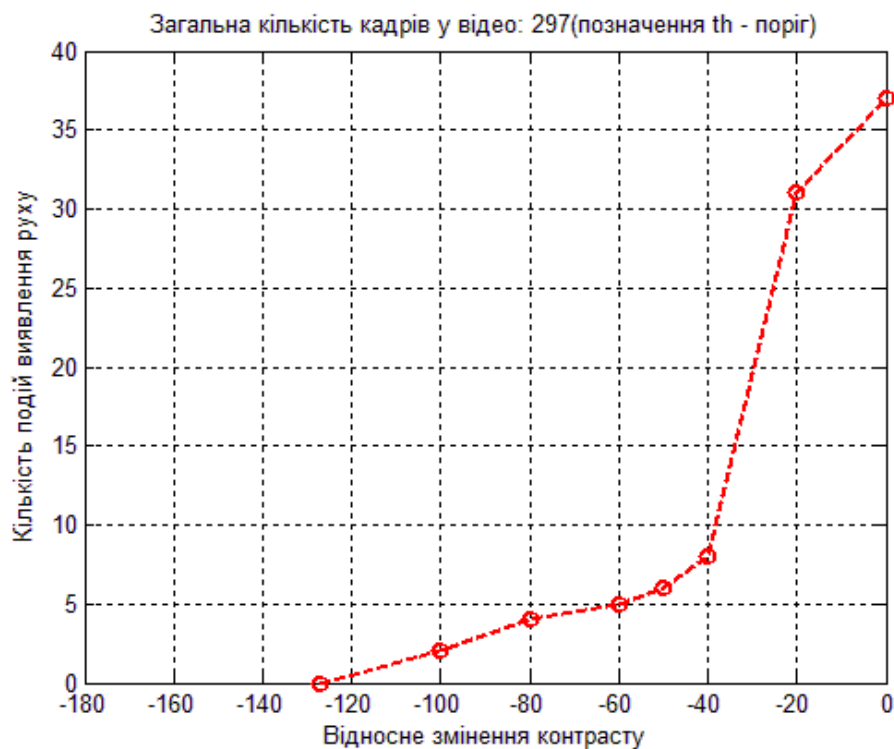


Рисунок 47 – Залежність кількості подій виявлення руху від відносного змінення контрасту при значенні порогу $th = 300$

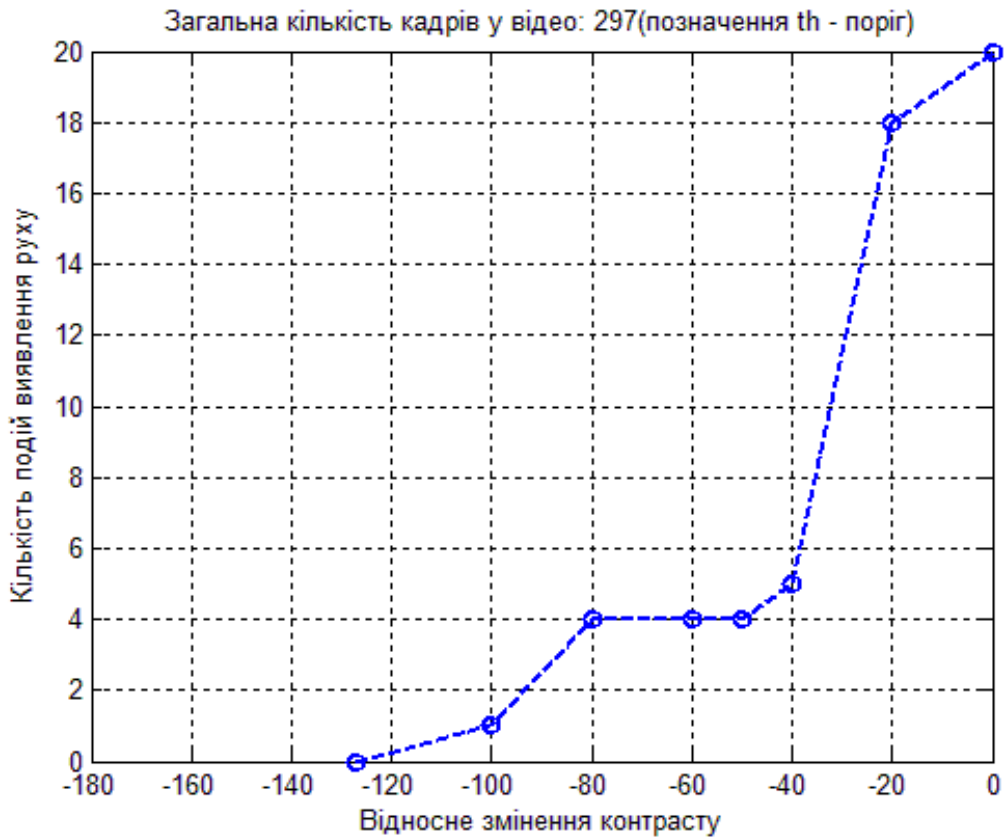


Рисунок 48 – Залежність кількості подій виявлення руху від відносного змінення контрасту при значенні порогу $th = 400$

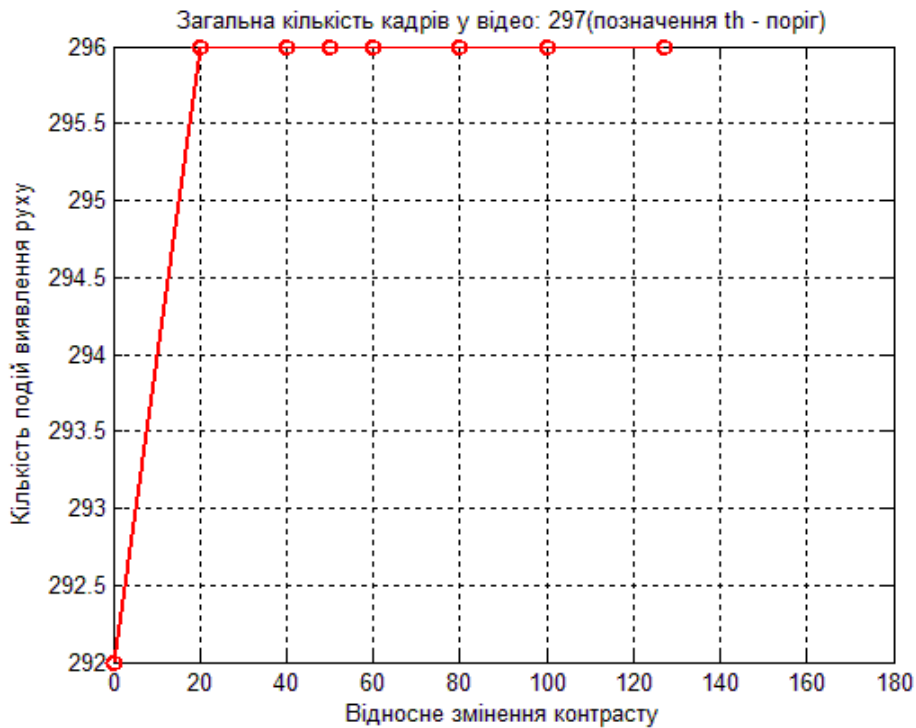


Рисунок 49 – Залежність кількості подій виявлення руху від відносного змінення контрасту при значенні порогу $th = 25$

Аналогічна ситуація спостерігається й при змінненні порогу виявлення руху, однак кількість виявлених подій ще більше зменшується. Так, наприклад, при зміні контрасту на

20 одиниць в сторону зменшення при порозі 100 кількість подій відповідає 200, при порозі 200 – 88, при порозі 300 – 30 подіям, при порозі 400 – 18 подіям.

Дещо інша залежність спостерігається при збільшенні контрасту. Так при порозі 25 кількість виявлення подій руху збільшується з 292 до 296 (що є не коректним значенням внаслідок того що присутні хибні спрацьовування) – див. рисунок 49.

При збільшенні порогу залежності дещо змінюються та кількість виявлених подій зменшується та становить при значенні відносного контрасту 40 – 207 подій (поріг 100), 100 подій (поріг 200), 25 подій (поріг 300), 47 подій (поріг 400).

Таким чином, вплив вибору значення порогу залишається тим самим, однак збільшення відносного контрасту призводить до підвищення кількості подій виявлення руху (див. рисунки 50-56).

Така «поведінка» детектора виявлення руху може бути пояснено тим, що розрахунок сум при операціях SAD є більшим внаслідок більшого контрасту між чорним й білим й при бінаризації зображення границі є більш чіткими й різниця між кадрами є більшою.

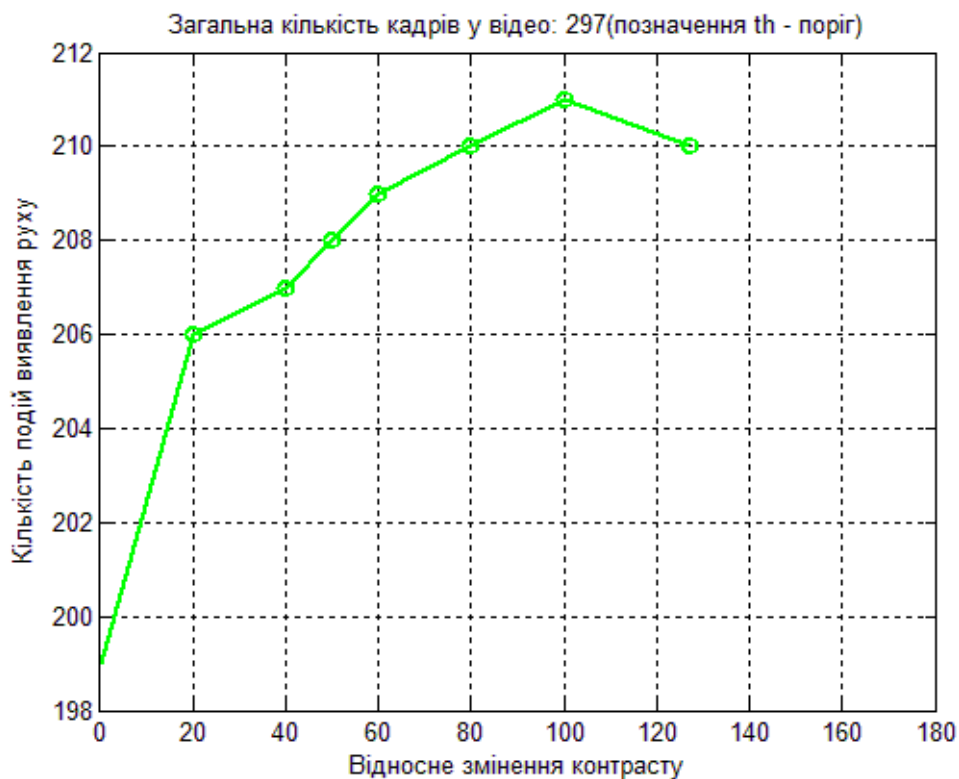


Рисунок 50 – Залежність кількості подій виявлення руху від відносного змінення контрасту при значенні порогу $th = 100$

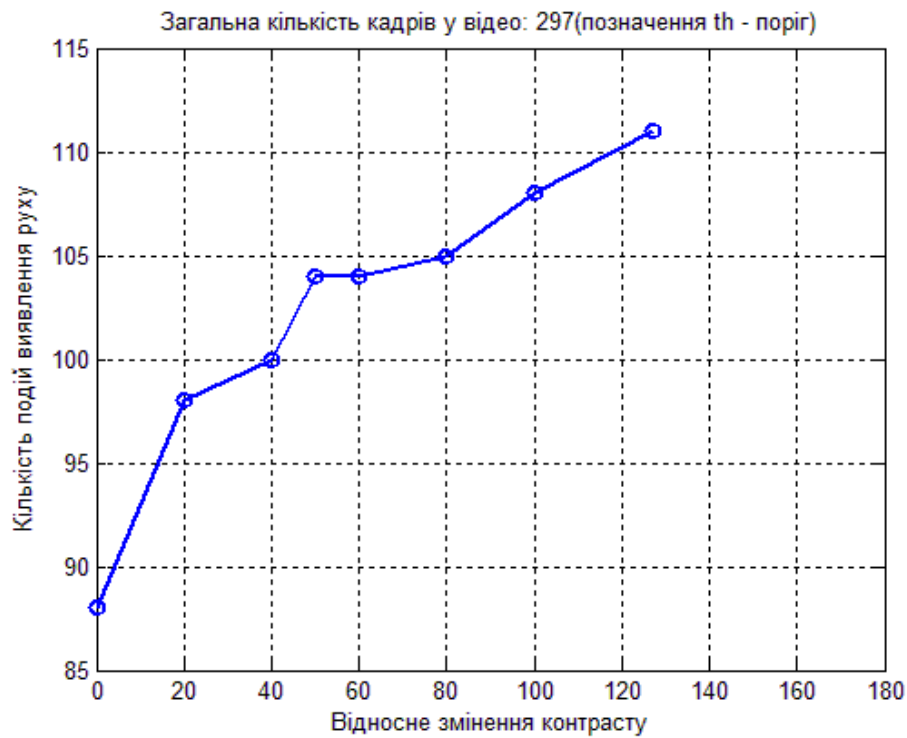


Рисунок 51 – Залежність кількості подій виявлення руху від відносного змінення контрасту при значенні порогу $th = 200$

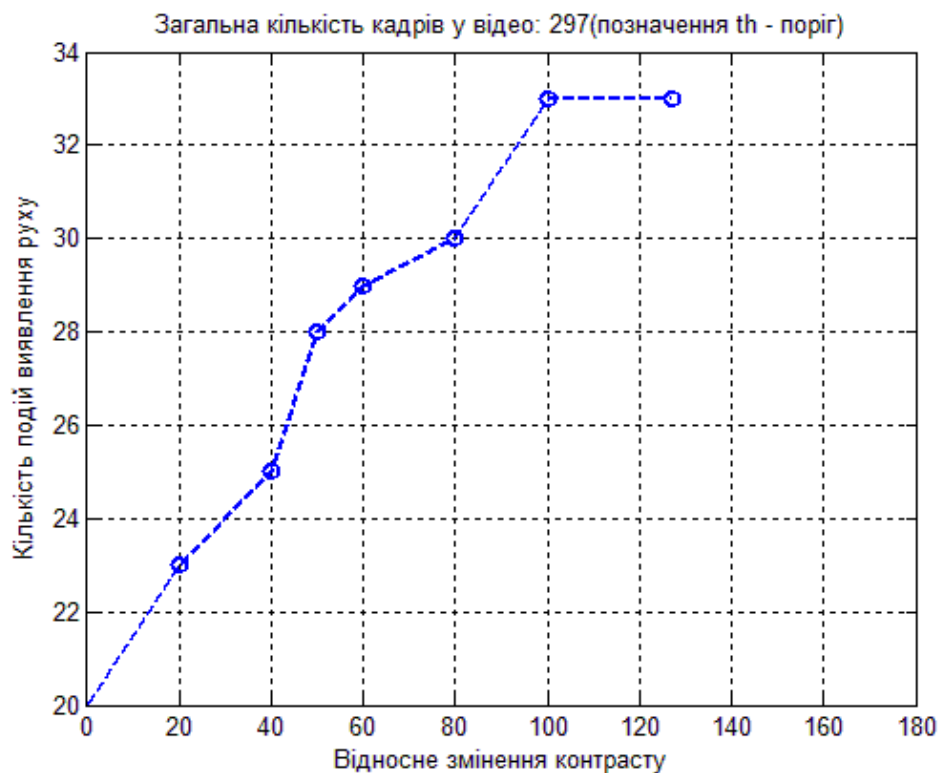


Рисунок 52 – Залежність кількості подій виявлення руху від відносного змінення контрасту при значенні порогу $th = 300$

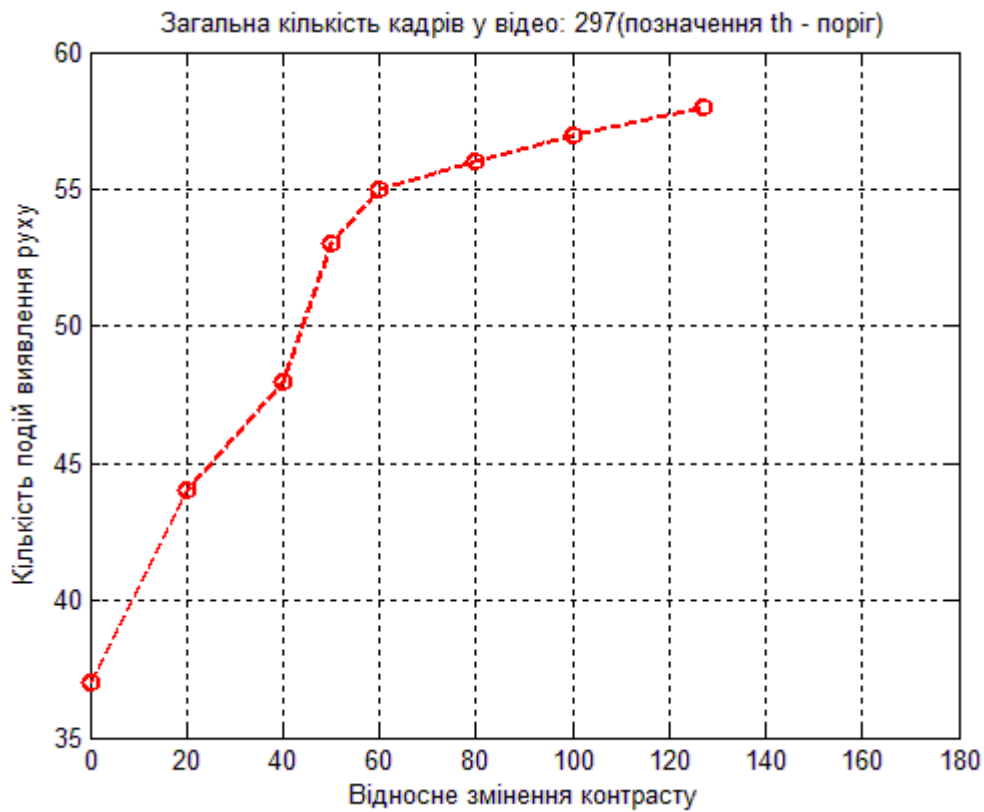


Рисунок 53 – Залежність кількості подій виявлення руху від відносного змінення контрасту при значенні порогу $th = 400$

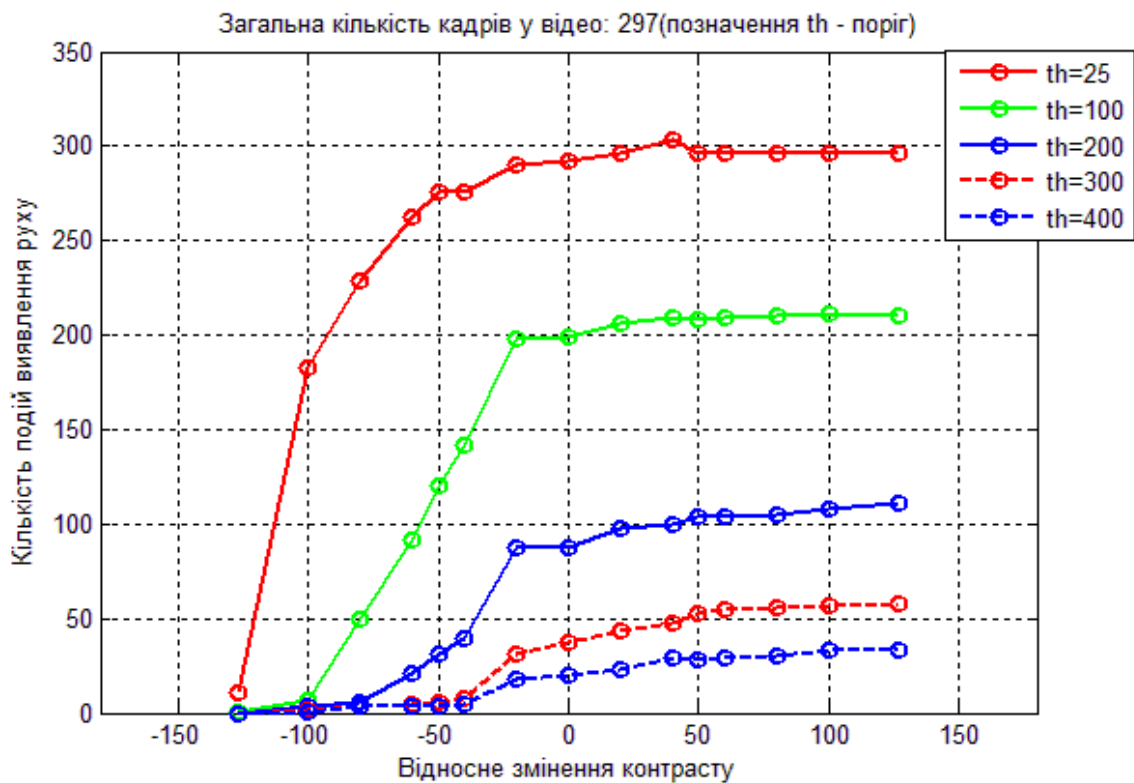


Рисунок 54 – Залежність кількості подій виявлення руху від відносного змінення контрасту при всіх значеннях порогу

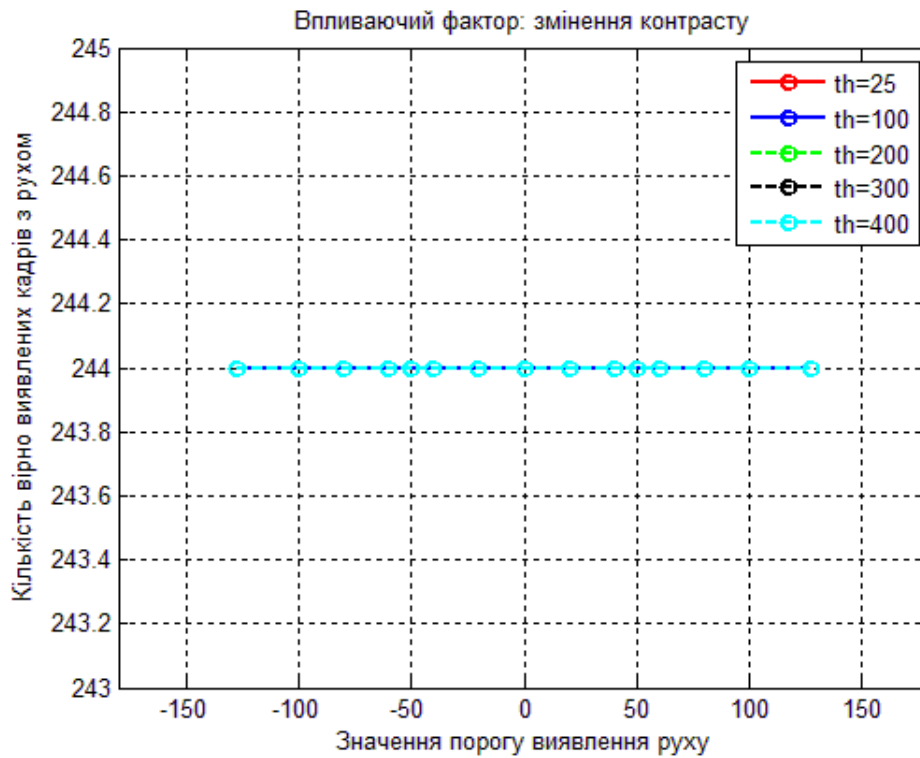


Рисунок 55 – Залежність кількості вірно виявлених кадрів з рухом від відносного змінення контрасту при всіх значеннях порогу

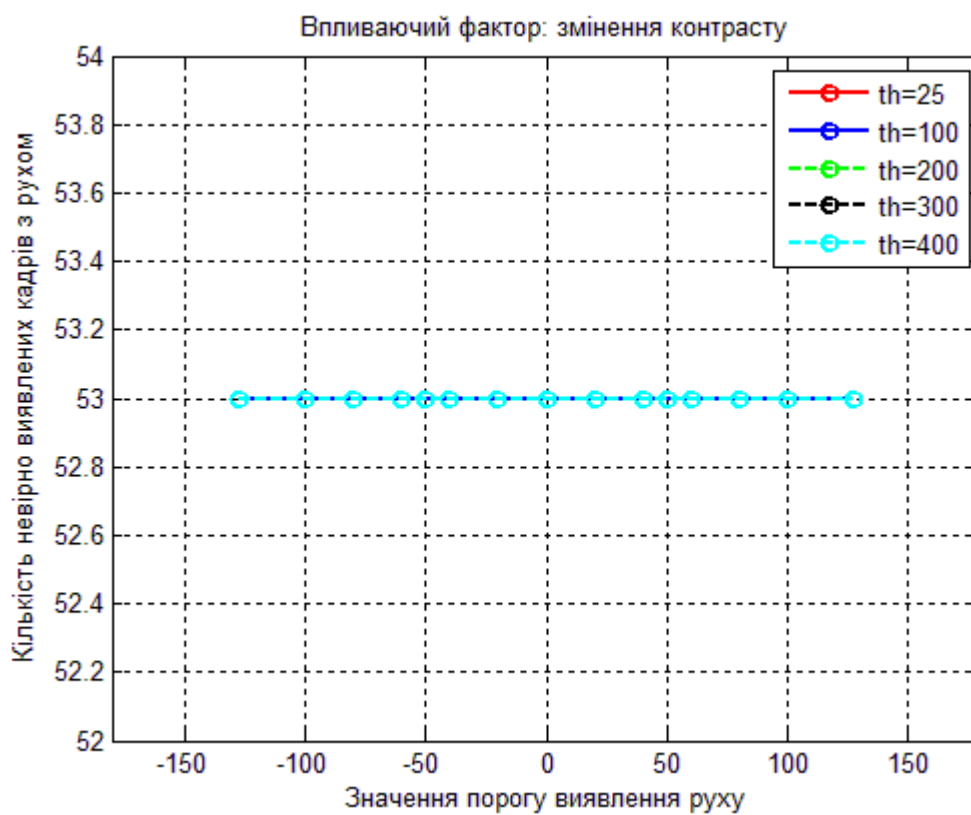


Рисунок 56 – Залежність кількості невірно виявлених кадрів з рухом від відносного змінення контрасту при всіх значеннях порогу

Для більш наглядного пояснення приведено окремі кадри зображення при різних яскравостях й контрастах та відповідні діаграми виявлення руху з візуалізацією порогів (рисунки 57-65).



Рисунок 57 – Кадр зображення з відео зі зменшеним контрастом на 50 одиниць

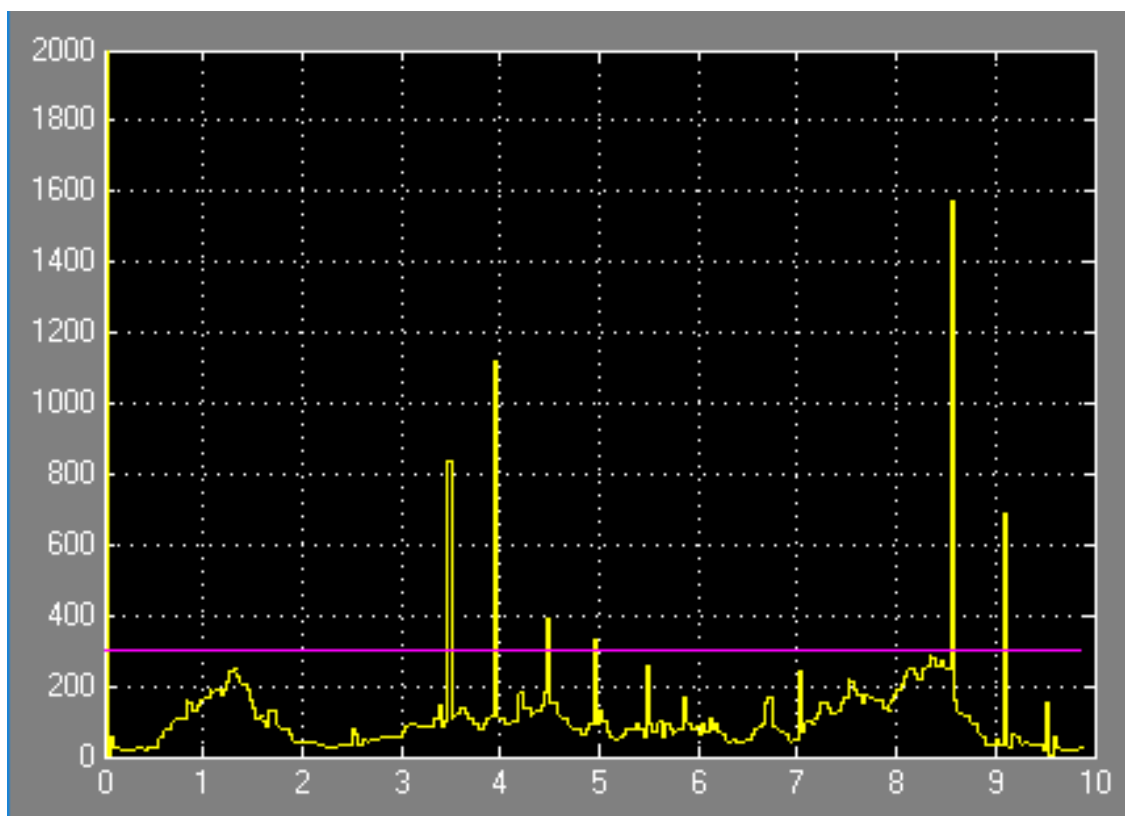


Рисунок 58 – Результат розрахунку SAD для відео зі зменшеним контрастом на 50 одиниць

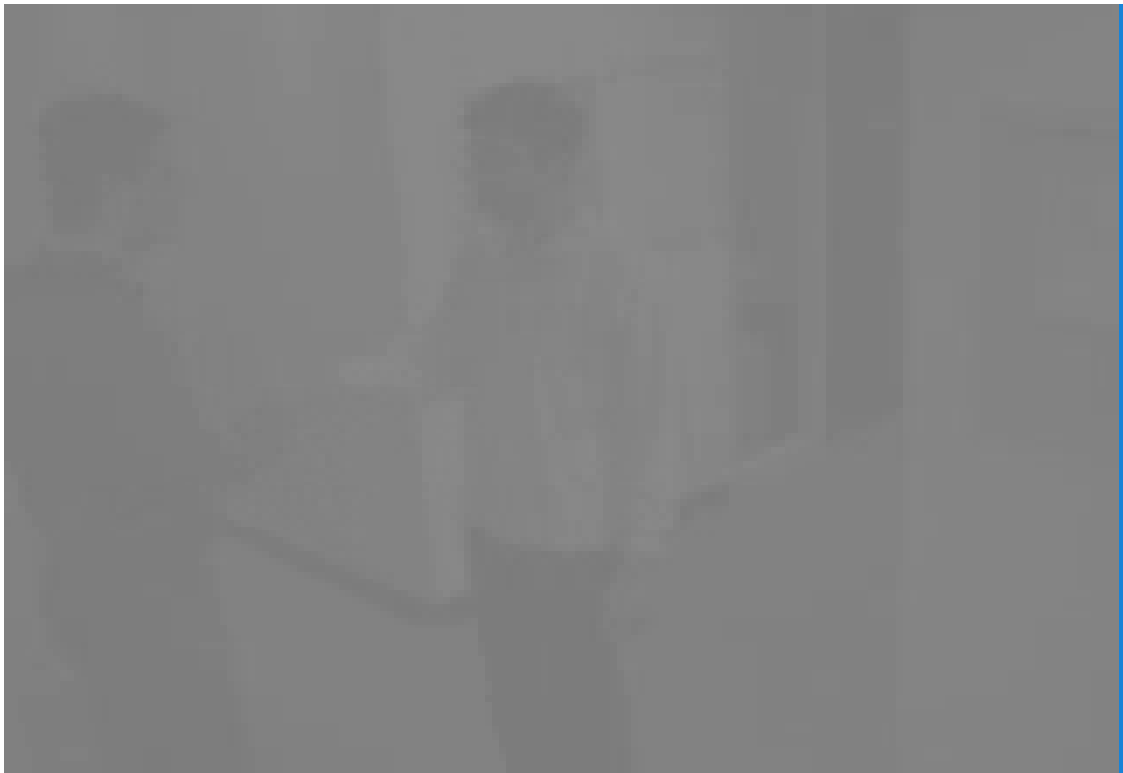


Рисунок 59 – Кадр зображення з відео зі зменшеним контрастом на 127 одиниць

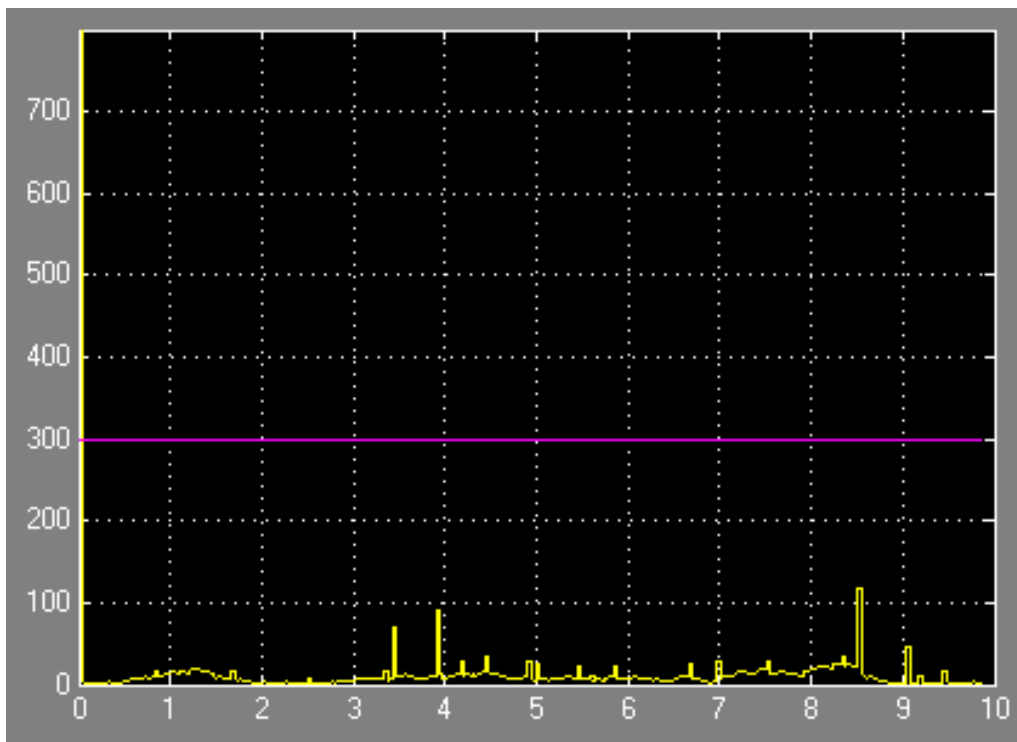


Рисунок 60 – Результат розрахунку SAD для відео зі зменшеним контрастом на 127 одиниць



Рисунок 61 – Кадр зображення з відео зі збільшенням контрасту на 50 одиниць

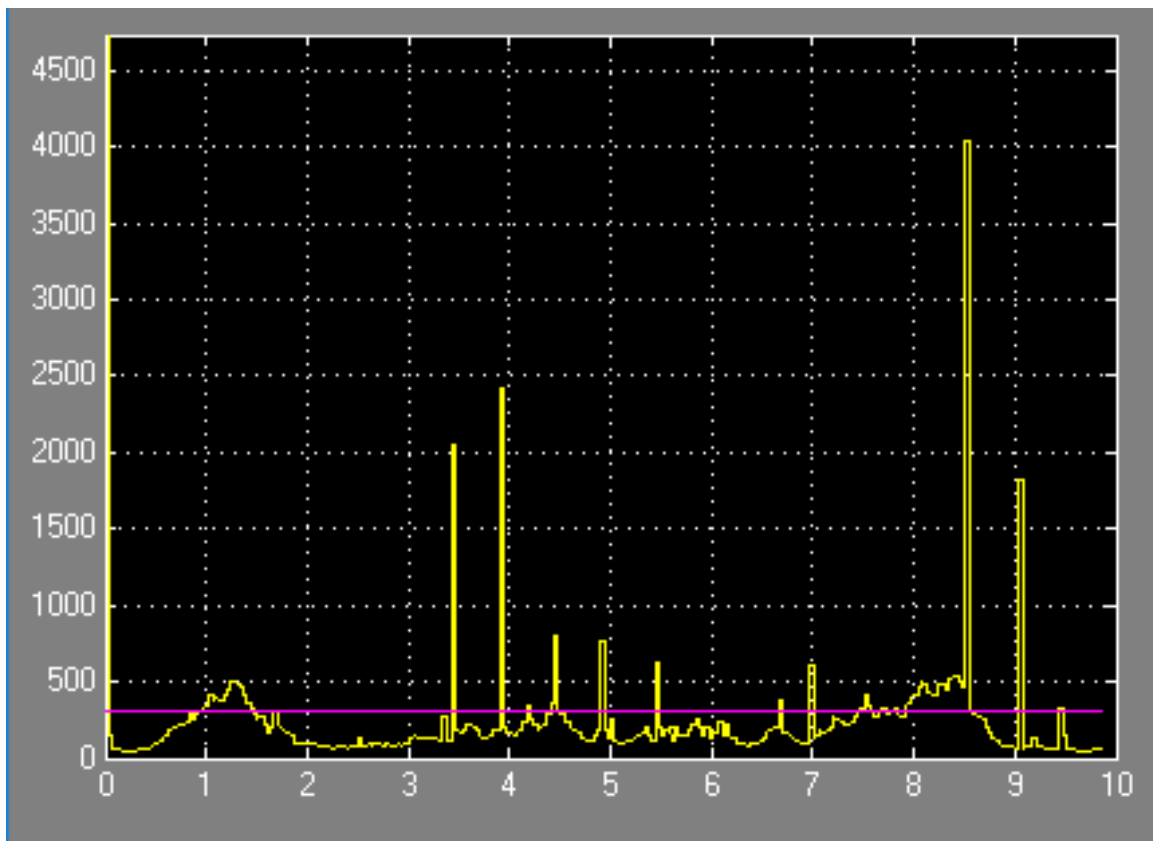


Рисунок 62 – Результат розрахунку SAD для відео зі збільшенням контрасту на 50 одиниць



Рисунок 63 – Кадр зображення з відео зі збільшенням контрасту на 127 одиниць

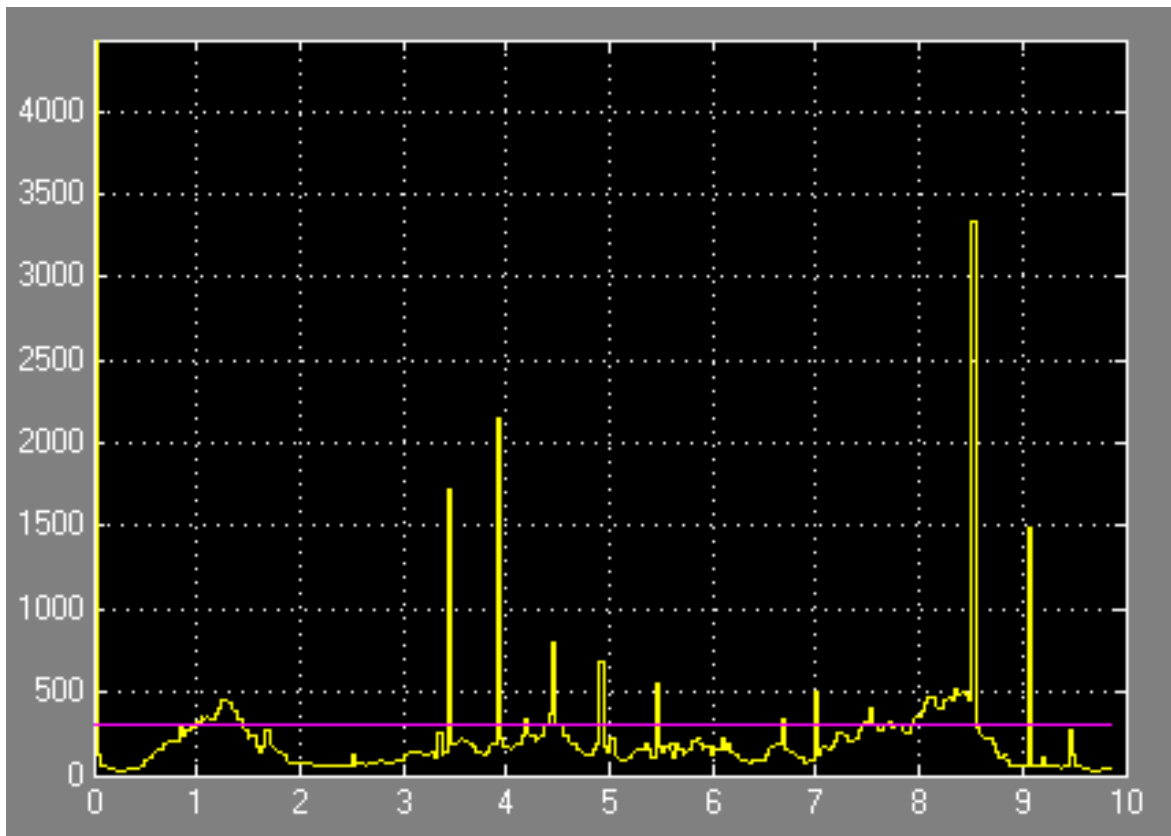


Рисунок 64 – Результат розрахунку SAD для відео зі збільшенням контрасту на 127 одиниць



Рисунок 65 – Кадр зображення з відео зі збільшенням яскравості на 50 одиниць

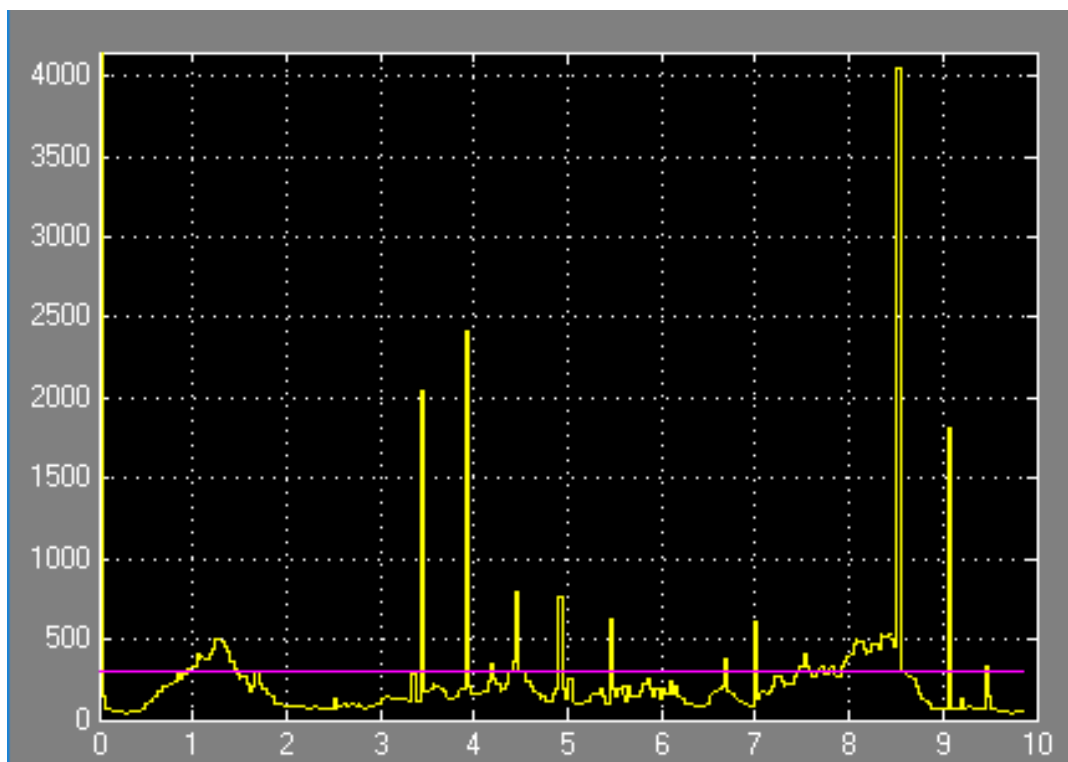


Рисунок 66 – Результат розрахунку SAD для відео зі збільшенням яскравості на 50 одиниць



Рисунок 67 – Кадр зображення з відео зі збільшенням яскравості на 50 одиниць

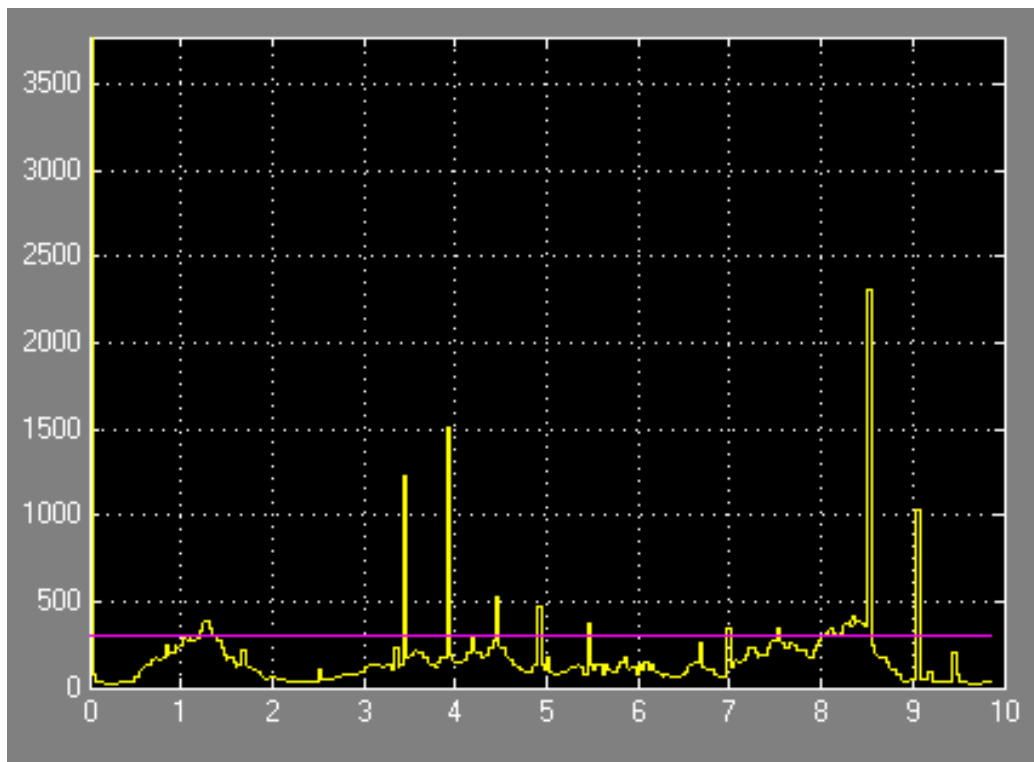


Рисунок 68 – Результат розрахунку SAD для відео зі збільшенням яскравості на 50 одиниць



Рисунок 69 – Кадр зображення з відео зі збільшенням яскравості на 255 одиниць

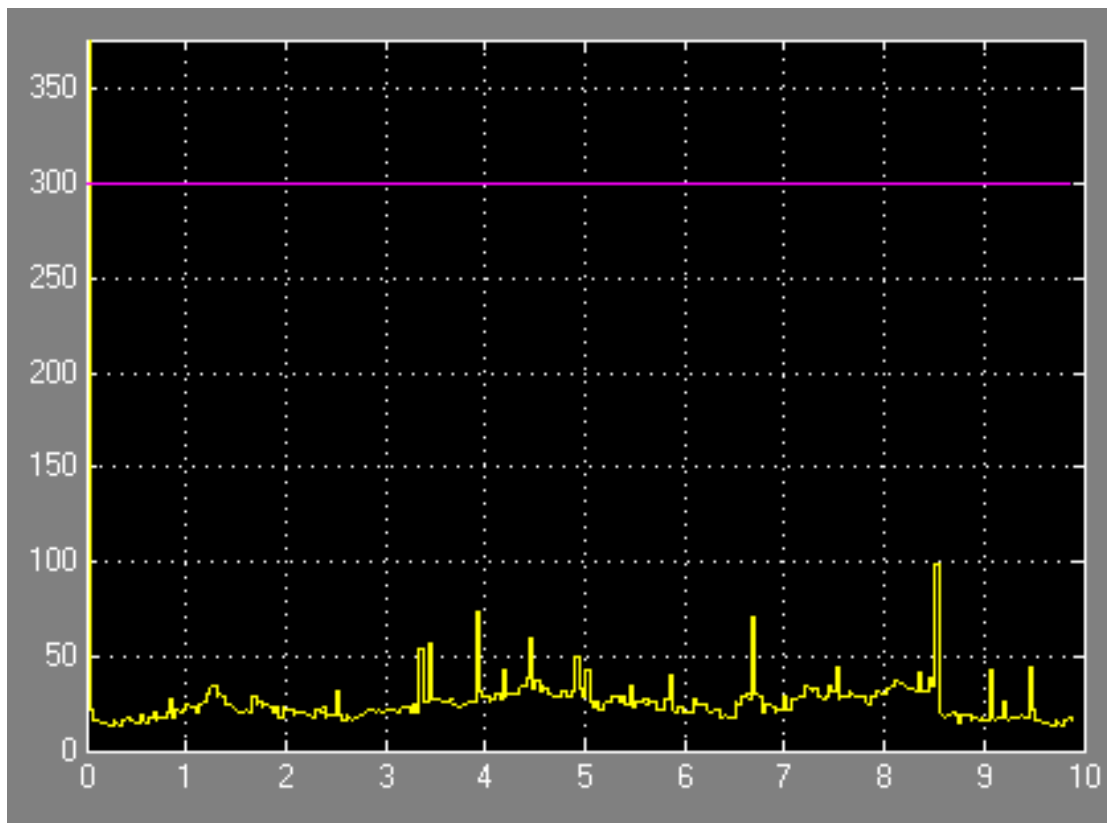


Рисунок 70 – Результат розрахунку SAD для відео зі збільшенням яскравості на 255 одиниць



Рисунок 71 – Кадр зображення з відео зі зменшенням яскравості на 50 одиниць

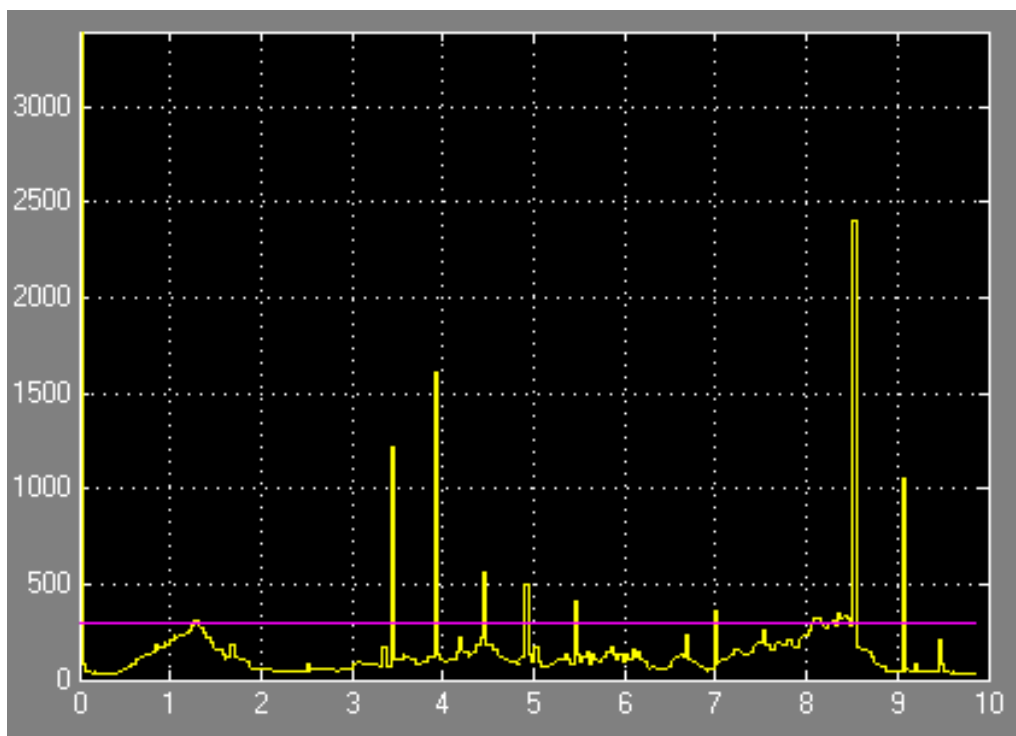


Рисунок 72 – Результат розрахунку SAD для відео зі зменшенням яскравості на 50 одиниць



Рисунок 73 – Кадр зображення з відео зі зменшенням яскравості на 255 одиниць

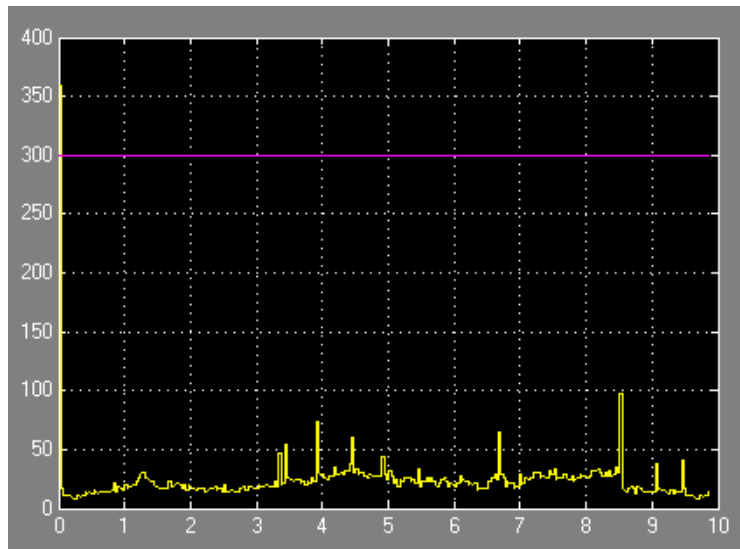


Рисунок 74 – Результат розрахунку SAD для відео зі зменшенням яскравості на -255 одиниць

Побудуємо таблицю з припустими значеннями контрасту, за яких детектор буде успішно виявляти рух у відео – таблицю 4.

Таблиця 4 – Кількісні показники виявлення руху у відео послідовностях при зміні відносної контрасту зображення

Параметр	Значення				
Відеопослідовності з значним рухом (7,5 секунди (220 кадрів з рухом), ймовірність 0,9)					
Поріг	25	100	200	300	400
Припустиме змінення контрасту	> -100	> -25	пропуск	пропуск	пропуск
Відеопослідовності з малим рухом (5 секунди (147 кадрів з рухом), ймовірність 0,6)					
Поріг	25	100	200	300	400
Припустиме змінення контрасту	> -120	> -50	пропуск	пропуск	пропуск

З таблиці видно, що при значенні порогу, більше ніж 200, ймовірно детектор буде пропускати рух (але ця оцінка є статистичною й вимагає підтвердження). При зниженні вимог до детектора припустиме змінення контрасту може бути збільшено.

ВИСНОВКИ

У відеоаналітиці поки залишається чимало обмежень, але з'являється все більше потужних і гнучких систем, що дозволяють вирішувати різні завдання. Вони орієнтовані на різні сегменти ринку і можуть не тільки забезпечувати безпеку, але і швидко виділяти необхідну інформацію з відеоархівів, сприяючи підвищенню ефективності роботи організацій.

З вдосконаленням аналітичних алгоритмів і збільшенням обчислювальних потужностей процесорів, що застосовуються в серверах і камерах відеоспостереження, можливості таких інструментів значно розширяться, а відеоаналітика стане більш доступною та зручною в застосуванні.

В результаті проведених досліджень було проаналізовано можливі сфери застосування спеціальної відеообробки в системах відеоспостереження, розглянуто базові принципи та алгоритми роботи пристроїв з подібною обробкою та вперше дано оцінки впливу зміни умов навколишнього середовища в термінах зміни освітлення на ефективність роботи подібної системи під час виявлення руху з визначенням граничних (допустимих) показників якості роботи системи.

Отримані значення можуть бути використані під час розгортання системи відеоспостереження великих та малих підприємств, в системі «розумного дому», а також під час модернізації існуючих мереж відеоспостереження.

ЛІТЕРАТУРА:

- 1 ITU-T F.743.1 Recommendation (2015) Requirements for intelligent visual surveillance
- 2 ITU-T H.743.1 Recommendation (2019) Architecture for intelligent visual surveillance systems
- 3 ITU-T H.626 Recommendation ITU-T H.626 (2011), Architectural requirements for visual surveillance
- 4 Дамьяновский Вlado. CCTV. Библия видеонаблюдения. Цифровые и Сетевые Технологии. Пер, с Англ. – М.: ООО “Ай-Эс-Эс Пресс,” 2006.
- 5 Кругль Герман. Профессиональное видеонаблюдение. Практика и технологии аналогового и цифрового CCTV. –Security Focus. – 2017.
- 6 Анштедт Торстен, et al. Відеоаналітика: міфи і реальність. –Security Focus, –2012.

REFERENCES

- 1 ITU.ITU-TF.743.1 Recommendation. Requirements for intelligent visual surveillance.2015.
- 2 ITU.ITU-TH.743.1 Recommendation Architecture for intelligent visual surveillance systems.2019.
- 3 ITU.ITU-TH.626 Recommendation. Architectural requirements for visual surveillance.2011.
- 4 Damyanovskiy, Vlado. CCTV. Bibliya Videonablyudeniya. Tsifrovyye i Setevyye Tehnologii (CCTV. Video surveillance bible. Digital and Networking Technologies). Per, s Angl. M.: ООО “Ay-Es-Es Press”, 2006.
- 5 Krugl, German. Professionalnoe Videonablyudenie. Praktika i Tehnologii Analogovogo i Tsifrovogo CCTV (Professional video surveillance. Practice and technology of analog and digital CCTV). Security Focus, 2017.
- 6 Anshtedt, Torsten, et al. Videoanalitika: Mifi I RealnIst (Video analytics: myths and reality). Security Focus, 2012.