

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

У статті проаналізовано існуючі підходи до побудови систем відеоспостереження. Розроблена нова методика побудови ефективної системи відеоспостереження. Методика ґрунтується на методі динамічного програмування, теорії оптимізації.

Ключові слова: відеоспостереження, канал витоку інформації, інформація з обмеженим доступом, лінійна трансформація, критерій, метод експертних оцінок.

Вступ

Сучасні системи відеоспостереження (СВ) представляють собою програмно-апаратний комплекс призначений для запису відеоінформації та передачі її до місця перегляду чи зберігання. Для цього використовують відеозапис на спеціалізовані пристрої, які можуть робити як у безперервному режимі, так і в режимі покадрового запису із заданим інтервалом часу між кадрами, з обов'язковим записом поточного часу й дати.

Основна частина.

Відомо, що напрямками використання СВ є охорона та забезпечення безпеки різноманітних об'єктів, використання в інтелектуальних системах розпізнавання образів, ін. Крім того СВ дозволяють протидіяти втрати інформації. Вони протидіють витоку інформації матеріально-речовим каналом [1]. На сьогодні під час проектування таких систем наукові підходи не використовуються. Під час проектування лише суб'єктивно оцінюється вартість складових, їх характеристики і не більше.

Метою даної статті є розробка науково-методичного апарату для побудови ефективної системи відеоспостереження. Даний науково-методичний апарат ґрунтується на методі динамічного програмування, теорії оптимізації.

Динамічне програмування в теорії управління і теорії обчислювальних систем - спосіб вирішення складних завдань шляхом розбиття їх на більш прості підзадачі. Він застосовується до завдань з оптимальною підструктурою, що виглядає як набір перетинаючихся підзадач, складність яких трохи менше вихідної. У загальному випадку алгоритм вирішення задачі, в якій присутня оптимальна підструктура, виглядає так [2].

1. Розбиття задач на підзадачі меншого розміру.

2. Знаходження оптимального рішення підзадач рекурсивно, пророблюючи такий же трьох кроковий [алгоритм](#).

3. Використання отриманого рішення підзадач для конструювання рішення вихідної задачі.

Система відеоспостереження складається з наступних елементів: відеокамери, відеореєстратор, монітор. Виходячи з цього у математичному вигляді постановка завдання на вибір оптимального варіанту системи буде виглядати наступним чином:

Дано: $(X1 - \text{відеокамери}; X2 - \text{відеореєстратор}; X3 - \text{монітор}) - \text{система } M.$

Знайти: $K \rightarrow \text{optim}$ за критерієм (цільова функція):

$$\max \left(\frac{F}{I} \right) = \max \left(\frac{\sum_i f_i}{\sum_i I_i} \right)$$

де:

F – показний корисності i – ої реалізації системи відеоспостереження

I – вартість i – ої реалізації системи відеоспостереження.

Таким чином методом динамічного програмування знайдемо оптимальний склад системи відеоспостереження, що задовольняє критерію якості виконання функцій при мінімальній вартості системи.

У відповідності з методом динамічного програмування буде розраховано показник корисності кожної складової системи M (відеокамера, відеореєстратор, монітор). Далі методом повного перебору буде прораховано значення цільової функції для кожної реалізації СВ. Усього кількість таких реалізацій СВ буде:

$$N = \prod_{i=1}^n K_i$$

де:

n – число елементів системи відеоспостереження;

K – число альтернатив кожного елемента системи СВ.

Розрахунок показника корисності відеокамер СВ.

Для коректності співставлення обираю аналогові відеокамери з однаковою дальністю інфрачервоного підсвічування, оскільки величина цієї складової суттєво впливає на вартість відеокамери. Основні показники якості обраних відеокамер відображені у таблиці 1. Для подальших розрахунків необхідно ці абсолютні показники перетворити до нормованих (табл. 2).

Таблиця 1.

Показники якості відеокамер

| Назва | Критерії | | |
|---------------------------|-----------------------|--------------------------|------------|
| | Світлочутливість (лк) | Роздільна здатність (мп) | Ціна (грн) |
| TECSAR AHDW-25F2M KIT | 0,02 | 2 | 740 |
| HIKVISION DS-2CE16C0T-IR | 0,01 | 1 | 580 |
| Dahua DH-HAC-HFW1220RP-S3 | 0,008 | 2 | 840 |

Нормування показників проводиться за виразами лінійної трансформації [3]. Лінійна трансформація полягає у наступному. Якщо відповідному показнику якості приладу (системи) x_1 більш максимальне значення відповідає більш якісній роботі, то вираз переходу від ненормованого значення показника x_n до нормованого має вигляд:

$$X_n = \frac{x_1 - f_1^{min}}{f_1^{max} - f_1^{min}}$$

де:

f_1^{min} ; f_1^{max} – відповідно абсолютні мінімальне (найгірше) й максимальне (найкраще) значення показника якості роботи серед усіх варіантів;

x_1 – абсолютне значення показника, що нормується.

Якщо для деякого показника x_1 абсолютне мінімальне значення відповідає більш якісному функціонуванню, то вираз трансформації матиме вигляд:

$$X_n = \frac{f_1^{max} - x_1}{f_1^{max} - f_1^{min}}$$

Далі необхідно визначити вагові коефіцієнти показників якості відеокамер. Дуже поширеним і простим є метод експертного оцінювання. Припустимо експертна група складається з трьох експертів. Шкала оцінювання наприклад буде: 0 – 5 балів. Для кожного з

показників якості функціонування відеокамер експерти визначають вагові коефіцієнти віжливості. Результатом порівняння є деяке числове значення: показник який має певну перевагу або недолік та отримує відповідний бал. Відповідно до значень вираховуємо відсотковий показник ваги відповідного показника якості (табл. 3).

Таблиця 2

Нормовані показники якості відеокамер

| Назва | Критерії | | |
|---------------------------|------------------|---------------------|------|
| | Світлочутливість | Роздільна здатність | Ціна |
| TECSAR AHDW-25F2M KIT | 0 | 1 | 0,38 |
| HIKVISION DS-2CE16C0T-IR | 0,833 | 0 | 1 |
| Dahua DH-HAC-HFW1220RP-S3 | 1 | 1 | 0 |

Таблиця 3

Вага показників якості відеокамер

| Критерії | Оцінка (бали) | | | Сума | Вага a_i |
|---------------------|---------------|-----------|-----------|------|------------|
| | Експерт 1 | Експерт 2 | Експерт 3 | | |
| Світлочутливість | 4 | 1 | 3 | 8 | 0,38 |
| Ціна | 3 | 2 | 1 | 6 | 0,29 |
| Роздільна здатність | 3 | 2 | 2 | 7 | 0,33 |
| Сума | | | | 21 | 1 |

За виразом (1) розраховується показник корисності (табл. 4) f_i для кожної відеокамери, як сума перемножень значимості показника якості на вагу цього показника:

$$f_i = \sum a_i K c_i \quad (1)$$

де:

a_i – вага показника якості відеокамери;

$K c_i$ – нормоване значення показника якості відеокамери (табл. 2).

Таблиця 4

Значення показника корисності відеокамер

| Назва відеокамери | Показник корисності |
|---------------------------|---------------------|
| TECSAR AHDW-25F2M KIT | 0,48 |
| HIKVISION DS-2CE16C0T-IR | 0,65 |
| Dahua DH-HAC-HFW1220RP-S3 | 0,67 |

Також самі розрахунки, з метою визначення показників корисності, робляться для відеореєстраторів та відеомоніторів СВ. Відповідні результати наведені у табл. 5 та табл. 6.

Таблиця 5

Значення показника корисності відеореєстраторів системи

| Назва відеореєстратору | Показник корисності |
|--------------------------|---------------------|
| Tecsar L4CH4A-UHD+ | 0,74 |
| Tecsar B4CH4AB-QHD+ | 0,332 |
| Tecsar FHD - NeoFuturist | 0,21 |

Таблиця 6

Значення показника корисності моніторів системи

| Назва монітору | Показник корисності |
|----------------|---------------------|
| BENQ GW2270H | 1,65 |
| HP P224 | 0,7 |
| Acer QG221Qbii | 0,3 |

Система відеоспостереження складається з трьох елементів. По кожному елементу при прорахунку показника вигоди було обрано три альтернативи, тому усього варіантів побудови СВ у відповідності з методом повного перебору буде:

$$N = \prod_{i=1}^n K_i = 3 \times 3 \times 3 = 27$$

У таблиці 7 представлені усі 27 варіантів СВ та результати розрахунків.

Таблиця 7

Розрахунок значень цільової функції

| № | Склад альтернативи СВ | Корисність СВ (f) | Вартість (грн) | Вартість нормована (I) | Відношення $\frac{f}{I}$ |
|----|----------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|------------------------|--------------------------|
| 1 | TECSAR AHDW-25F2M KIT Teccsar L4CH4A-UHD+ BENQ GW2270H | 2,87 | 7930 | 0,042 | 68,3 |
| 2 | TECSAR AHDW-25F2M KIT Teccsar L4CH4A-UHD+ HP P224 | 1,92 | 7630 | 0,04 | 48 |
| 3 | TECSAR AHDW-25F2M KIT Teccsar L4CH4A-UHD+ Acer QG221Qbii | 1,52 | 8530 | 0,045 | 33,8 |
| 4 | TECSAR AHDW-25F2M KIT Teccsar B4CH4AB-QHD+ BENQ GW2270H | 3,09 | 6585 | 0,035 | 88,3 |
| 5 | TECSAR AHDW-25F2M KIT Teccsar B4CH4AB-QHD+ HP P224 | 2,14 | 6285 | 0,033 | 64,8 |
| 6 | TECSAR AHDW-25F2M KIT Teccsar B4CH4AB-QHD+ Acer QG221Qbii | 1,74 | 7185 | 0,038 | 45,8 |
| 7 | TECSAR AHDW-25F2M KIT Teccsar FHD – NeoFuturist BENQ GW2270H | 2,34 | 6840 | 0,036 | 65 |
| 8 | TECSAR AHDW-25F2M KIT Teccsar FHD – NeoFuturist HP P224 | 1,57 | 6540 | 0,035 | 44,8 |
| 9 | TECSAR AHDW-25F2M KIT Teccsar FHD – NeoFuturist Acer QG221Qbii | 1,18 | 7440 | 0,039 | 30 |
| 10 | HIKVISION DS-2CE16C0T-IR Teccsar L4CH4A-UHD+ BENQ GW2270H | 3,04 | 7770 | 0,041 | 74 |
| 11 | HIKVISION DS-2CE16C0T-IR Teccsar L4CH4A-UHD+ HP P224 | 2,09 | 7470 | 0,039 | 53,6 |
| 12 | HIKVISION DS-2CE16C0T-IR Teccsar L4CH4A-UHD+ Acer QG221Qbii | 1,69 | 8370 | 0,044 | 38,4 |

| | | | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-------|--------|
| 13 | HIKVISION DS-2CE16C0T-IR Tecsar B4CH4AB-QHD+ BENQ GW2270H | 2,632 | 6425 | 0,341 | 77,2 |
| 14 | HIKVISION DS-2CE16C0T-IR Tecsar B4CH4AB-QHD+ HP P224 | 1,682 | 6125 | 0,033 | 50,1 |
| 15 | HIKVISION DS-2CE16C0T-IR Tecsar B4CH4AB-QHD+ Acer QG221Qbii | 1,282 | 7025 | 0,037 | 34,5 |
| 16 | HIKVISION DS-2CE16C0T-IR Tecsar FHD – NeoFuturist BENQ GW2270H | 2,51 | 7770 | 0,041 | 61,2 |
| 17 | HIKVISION DS-2CE16C0T-IR Tecsar FHD – NeoFuturist, HP P224 | 1,56 | 7370 | 0,039 | 40 |
| 18 | HIKVISION DS-2CE16C0T-IR Tecsar FHD – NeoFuturist Acer QG221Qbii | 1,16 | 8270 | 0,044 | 26 |
| 19 | Dahua DH-HAC-HFW1220RP-S3 Tecsar L4CH4A-UHD+ BENQ GW2270H | 3,06 | 8030 | 0,042 | 72,8 |
| 20 | Dahua DH-HAC-HFW1220RP-S3 Tecsar L4CH4A-UHD+ HP P224 | 2,11 | 7730 | 0,041 | 51,5 |
| 21 | Dahua DH-HAC-HFW1220RP-S3 Tecsar L4CH4A-UHD+ Acer QG221Qbii | 1,71 | 8630 | 0,046 | 37,17 |
| 22 | Dahua DH-HAC-HFW1220RP-S3 Tecsar B4CH4AB-QHD+ BENQ GW2270H | 2,652 | 3585 | 0,019 | 139,6 |
| 23 | Dahua DH-HAC-HFW1220RP-S3 Tecsar B4CH4AB-QHD+ HP P224 | 1,72 | 3285 | 0,017 | 101,17 |
| 24 | Dahua DH-HAC-HFW1220RP-S3 Tecsar B4CH4AB-QHD+ Acer QG221Qbii | 1,32 | 4185 | 0,022 | 60 |
| 25 | Dahua DH-HAC-HFW1220RP-S3 Tecsar FHD – NeoFuturist BENQ GW2270H | 2,53 | 6940 | 0,037 | 68,4 |
| 26 | Dahua DH-HAC-HFW1220RP-S3 Tecsar FHD – NeoFuturist HP P224 | 1,57 | 6640 | 0,035 | 45 |
| 27 | Dahua DH-HAC-HFW1220RP-S3 Tecsar FHD – NeoFuturist Acer QG221Qbii | 1,18 | 7540 | 0,04 | 29,5 |
| 28 | Сума | | 188125 | | |

З таблиці 7, за результатами розрахунків відношення $\frac{f}{I}$, можна зробити висновок, що найкращим варіантом системи відеоспостереження буде варіант № 22. Це відеокамера Dahua DH-HAC-HFW1220RP-S3, відеореєстратор Tecsar B4CH4AB-QHD+, монітор BENQ GW2270H. Такий комплект коштує 3585 грн, що досить помірно, враховуючи оптимальні технічні характеристики у порівнянні з іншими виробниками.

Узагальнюючим результатом статті є нова методика ґрунтовного вибору варіанту СВ серед альтернатив.

1. Обрати обладнання яке планується використовувати для побудови системи.
2. По кожному екземпляру обрати для порівняння відповідні параметри.
3. Пронормувати ці параметри.
4. Визначити вагові коефіцієнти цих параметрів.

5. Розрахувати показник корисності кожного з елементів системи по кожній категорії обладнання.

6. Використовуючи метод повного перебору скласти всі варіанти системи відеоспостереження.

7. Розрахувати показник корисності для кожного варіанту системи відеоспостереження та вартість кожного варіанту системи.

8. Обрати найкращий варіант системи по максимальному значенню відношення показника корисності системи до її вартості.

Перелік посилань

1. Котенко А.М. Запобігання витоку інформації матеріально-речовим каналом за рахунок використання систем відеоспостереження. Сучасний захист інформації. Київ: ДУТ, 2017. № 1. – С. 48 – 52..

2. Кулич И.Л. Глава 4. Задачи динамического программирования // Математическое программирование в примерах и задачах. — М.: [Высшая школа](#), 1986. — 319 с. — ISBN 5-06-002663-9.

3. https://psytest.wordpress.com/data_treatment/normalization_indicator/.

Надійшла: 12.01.2020

Рецензент: д.т.н., професор Гайдур Г.І.