# РОЗДІЛ 5

# ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

Даний розділ присвячений функціонально-вартісному аналізу програмного продукту – системи для автоматичної ідентифікації відбитків пальців.

Функціонально-вартісний аналіз – це метод комплексного техніко-економічного дослідження об’єкта з метою розвитку його корисних функцій при оптимальному співвідношенні між їх значимістю для споживача і витратами на їх здійснення. Є одним з основних методів оцінки вартості науково-дослідної роботи, оскільки ФСА враховує як технічну оцінку продукту, що розробляться, так і економічну частину розробки. Крім того, даний метод дозволяє вибрати оптимальний, як з точки зору розробника, так і з точки зору покупця варіант вирішення будь-якої задачі, а також дозволяє оптимізувати витрати і час виконання робіт. Зниження витрат виробництва треба почитати з аналізу властивостей виробу і технічних функцій складових його частин.

У даній роботі проводиться економічний, техніко-економічний аналіз програмного продукту, основним завданням якого є забезпечення автоматичної ідентифікації та зберігання відбитків пальців. Програмний продукт може бути використаний для ідентифікації відбитків поганої якості.

## 5.1 Постановка задачі техніко-економічного дослідження

В ході даної роботи було розроблено автоматичну систему розпізнання відбитків пальців, яка може використовуватись у криміналістичних цілях або з метою забезпечення безпеки іншої системи на основі ідентифікації з використанням відбитків пальців. Цей продукт повинен використовуватись на реальних підприємствах, забезпечених розповсюдженим програмним забезпеченням. Тому він призначений для використання в середовищі Microsoft Windows 3.1/95/98/2000/XP/Vista/NT/7.

Функціонально-вартісний аналіз будемо проводити для описаного вище програмного продукту, що буде реалізований на мові Java.

Технічні вимоги до програмного забезпечення:

* Можливість створення та зберігання бази відбитків.
* Можливість ідентифікації відбитків.
* Можливість гнучкого керування базою відбитків.

## 5.2 Обґрунтування функцій програмного продукту

Виходячи з конкретних цілей, які реалізуються програмою, виділимо її головну та основні функції. Головна функція F0 – ідентифікація відбитків пальців на основі їх зображень. Основні функції:

F1 – обчислення поля орієнтацій відбитку;

F2 – обчислення поля частот відбитку;

F3 – обробка зображення відбитку з метою підвищення його якості;

F4 – зберігання бази відбитків;

F5 – створення вектора ознак відбитку;

Кожна з основних функцій може мати декілька варіантів розв’язання.

Для F1:

а) використання комплексного методу на основі кількох існуючих.

Для F2:

а) обчислення частот на основі відстаней між локальними максимумами в сигнатурах (спрощений варіант);

б) обчислення частот на основі знаходження параметрів нелінійної регресії (складніший варіант).

Для F3:

а) попіксельна нормалізація зображення;

б) контекстуальна фільтрація на основі фільтрів Габора.

Для F4:

а) виведення даних у бінарний файл спеціального формату;

Для F5:

а) створення вектору ознак відбитка на основі статистик

б) створення вектору ознак відбитку на основі статистик та поля орієнтацій

Для розглянутих варіантів будуємо морфологічну карту (Рисунок 5.1):

Функції

Використання комплексного методу на основі кількох існуючих

F1

F2

Обчислення частот на основі знаходження параметрів нелінійної регресії (складніший варіант)

Обчислення частот на основі відстаней між локальними максимумами в сигнатурах (спрощений варіант)

Попіксельна нормалізація зображення

Контекстуальна фільтрація на основі фільтрів Габора

F3

F4

Виведення даних у бінарний файл спеціального формату

Створення вектору ознак відбитка на основі статистик

Створення вектору ознак відбитку на основі поля орієнтацій та статистик

F5

Рисунок 5.1 – Морфологічна карта

На основі цієї карти побудована позитивно-негативна матриця (Таблиця 5.1).

Таблиця.5.1 – Позитивно-негативна матриця.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Основна функція** | **Варіант реалізації** | **Переваги** | **Недоліки** |
| **F2** | а) | Простота реалізації, менші затрати часу | Більша вірогідність неточних оцінок |
| б) | Висока точність оцінок | Складність реалізації,більші затрати часу |
| **F3** | а) | Простота реалізації, менші затрати часу | Ніяк не впливає на зашумленість зображення |
| б) | Хороший результат покращення якості та очищення від шумів | Складність реалізації,більші затрати часу |
| **F4** | а) | Простота збереження даних | Використовується не стандартизований формат даних |
| **F5** | а) | Простота обчислення | Менша ефективність при ідентифікації |
| б) | Більша ефективність при ідентифікації | Важкість реалізації |

## 5.3 Обґрунтування системи параметрів

Для характеристики системи, що розробляється, можна використати наступні параметри:

Х1 - час виконання однієї ітерації;

Х2 - кількість градацій ходу процесу;

Х3 - швидкість виводу інформації;

Х4- об’єм пам’яті, яку займає програма на жорсткому диску;

Х5- об’єм оперативної пам’яті, яка необхідна для роботи

Із даних технічної літератури визначаємо припустимі, середні отримувані та ті, яких досягають значення параметрів. Результати наведено в Таблиці 5.2

Таблиця 5.2 – Основні параметри програми.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Найменування**  **параметра** | **Позначення**  **параметра** | **Гранично припустиме значення** | **Значення параметра** | |
| **Середнє отримане значення** | **Досяжне значення** |
| Час виконання однієї ітерації, мс | Х1 | 1000 | 300 | 200 |
| Кількість градацій параметрів фільтра | X2 | 3 | 5 | 7 |
| Швидкість виводу інформації, Кб/с | Х3 | 130 | 250 | 300 |
| Обсяг пам'яті, який займає програма на жорсткому диску, Мб | Х4 | 50 | 10 | 1 |
| Обсяг оперативної пам'яті, який необхідний для роботи програми, Мб | Х5 | 32 | 16 | 8 |

За даними таблиці 5.2 будуємо графічні характеристики (рис 5.2 – 5.6).

Рисунок 5.2 – Бальна оцінка часу виконання однієї ітерації

Рисунок 5.3 – Бальна оцінка кількості градацій параметрів фільтра

Рисунок 5.4 – Бальна оцінка швидкості виводу інформації

Рисунок 5.5 – Бальна оцінка об’єму жорсткого диску, що використовує програма

Рисунок 5.6 – Бальна оцінка об’єму оперативної памяті, що використовує програмам

Після детального обговорення й аналізу кожний експерт оцінює ступінь важливості кожного параметру для конкретно поставленої цілі – розробка програмного продукту, який дає найбільш точні результати при знаходженні параметрів моделей адаптивного прогнозування і обчислення прогнозних значень.

Значимість кожного параметра визначається методом попарного порівняння. Оцінку проводить експертна комісія із 7 людей. Результати експертного ранжування наведені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Результати ранжування параметрів

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Параметри** | **Назва параметра** | **Одиниці вимірювання** | **Ранг параметра по оцінці експерта** | | | | | | | **Сума рангів,** | **Відхилення,** | **Квадрат відхилення,** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| х1 | Час виконання однієї ітерації | Мс | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 10 | -11 | 121 |
| х2 | Кількість градацій ходу процесу” | - | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 10 | -11 | 121 |
| х3 | Швидкість виведення інформації | Кб/с | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 24 | 3 | 9 |
| х4 | Ємність оперативної пам’яті необхідної для роботи програми | Мб | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 31 | 10 | 100 |
| х5 | Ємність пам’яті, яку займає програма на жорсткому диску | Мб | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 30 | 9 | 81 |
|  | Усього |  | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 105 | 0 | 432 |

Для перевірки степені достовірності експертних оцінок, визначимо наступні параметри:

а) середня сума рангів:

(5.1)

де – це кількість параметрів.

б) відхилення суми рангів кожного параметра від середньої суми рангів:

(5.2)

де – це сума рангів *і*-го параметру.

в) загальна сума квадратів відхилення:

(5.3)

Порахуємо коефіцієнт узгодженості:

(5.4)

де – це кількість експертів.

Ранжування можна вважати достовірним, тому що знайдений коефіцієнт узгодженості перевищує нормативний, котрий дорівнює 0,67.

Скориставшись результатами ранжирування, проведемо попарне порівняння всіх параметрів і результати занесемо у таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 – Попарне порівняння параметрів.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Параметри** | **Експерти** | | | | | | | **Кінцева оцінка** | **Числове**  **значення** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| х1 та х2 | = | < | < | = | < | = | = | = | 1 |
| х1 та х3 | > | > | > | > | > | > | > | > | 1.5 |
| х1 та х4 | > | > | > | > | > | > | = | > | 1.5 |
| х1 та х5 | > | > | > | > | > | > | > | > | 1.5 |
| х2 та х3 | > | > | > | > | > | > | > | > | 1.5 |
| х2 та х4 | > | > | > | > | > | > | > | > | 1.5 |
| х2 та х5 | > | > | > | > | > | > | > | > | 1.5 |
| х3 та х4 | < | < | > | > | > | > | > | > | 1.5 |
| х3 та х5 | < | > | > | < | > | > | > | > | 1.5 |
| х4 та х5 | < | = | < | < | < | = | < | < | 0.5 |

Найбільшшироко використовуються наступні значення коефіцієнтів переваги:

(5.5)

де i *–* параметри, які порівнюються між собою.

Розрахунок вагомості (пріоритетності) кожного параметра проводиться за наступними формулами:

(5.6)

(5.7)

Відносні оцінки розраховуються декілька разів доти, поки наступні значення не будуть незначно відрізнятися від попередніх (менше 2%). На другому і наступних кроках відносні оцінки розраховуються за наступними формулами:

(5.8)

(5.9)

У таблиці 5.5 наведений розрахунок вагомості параметрів ПП.

Таблиця 5.5 – Розрахунок вагомості параметрів ПП.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пара-  метри хi | Параметри хj | | | | | Перший крок | | Другий крок | | Третій крок | |
| х1 | x2 | х3 | х4 | х5 | bi | Кві | bi | Кві | bi | Кві |
| х1 | 1 | 1 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 6.5 | 0.26 | 31 | 0.268 | 142 | 0.2684 |
| х2 | 1 | 1 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 6.5 | 0.26 | 31 | 0.268 | 142 | 0.2684 |
| х3 | 0.5 | 0.5 | 1 | 1.5 | 1.5 | 5 | 0.2 | 22 | 0.19 | 100 | 0.1891 |
| х4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 | 3 | 0.12 | 14 | 0.121 | 65 | 0.1221 |
| х5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 1 | 4 | 0.16 | 18 | 0.152 | 81 | 0.1518 |
| Загалом: | | | | | | 25 | 1 | 116 | 1 | 530 | 1 |

## 5.4 Аналіз рівня якості варіантів реалізації функцій

На основі порівняльного аналізу варіантів реалізації функцій по їх перевагам та недолікам і коефіцієнтам вагомості параметрів можна виключити з функції F3 – варіант реалізації (а), а з функції F2 – варіант (а).

На основі порівняльного аналізу варіантів реалізації функцій по їх перевагам та недолікам і коефіцієнтам вагомості параметрів вибираємо наступні найліпші два варіанти:

1. F1a + F2б + F3б + F4a + F5a ;
2. F1a + F2б + F3б + F4a + F5б;

Розрахуємо показники якості ПП за формулою :

(5.10)

де – це коефіцієнт вагомості *і*-го параметра якості в сукупності прийнятих для розгляду параметрів якості; – оцінка *і*-го параметра якості *j*-го варіанта ПП в балах; *п -* кількість параметрів виробу, які прийняті для оцінки.

Результати розрахунків зведено в Таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Розрахунок показників якості варіантів реалізації основних функцій ПП.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Основна функція | Варіант  реалізації | Абсолютне значення параметру | Бальна оцінка параметру | Коефіцієнт вагомості параметру | Коефіцієнт якості |
| F1 | а) | 0.6 | 5 | 0.2684 | 1.342 |
| F2 | б) | 64 | 5 | 0.2684 | 1.342 |
| F3 | б) | 175 | 1.3 | 0.18915 | 0.246 |
| F4 | а) | 30 | 3 | 0.12217 | 0.366 |
| F5 | а) | 10 | 1.8 | 0.15189 | 0.273 |
| б) | 24 | 6 | 0.15189 | 0.911 |

За даними таблиці 5.6 та формулою (5.10) визначаємо показник рівня якості кожного з варіантів ПП:

Як видно з розрахунків, кращим є перший варіант, оскільки для нього показник якості має більше значення.

## 5.5 Економічний аналіз варіантів розробки ПП

Для визначення вартості розробки ПП спочатку проведемо розрахунок трудомісткості.

Обидва запропоновані варіанти включають в себе чотири окремих завдання:

1. Обчислення поля частот зображення відбитку.

2. Реалізацію алгоритмів покращення зображення.

3. Реалізація алгоритму для створення вектору ознак.

4. Реалізація алгоритму виводу необхідної інформації

Завдання 1, 2 по степеню новизни відноситься до групи А; завдання 3 – до групи В; завдання 4 – до групи Г; завдання 5 – до групи В.

За складністю алгоритми, які використовуються в завданні 1, 2 належить до групи 1; 3, 4, 5 – до групи 3.

Для реалізації завдання 1, 2 використовують нормативно-довідкову інформацію; реалізація завдання 3 використовує інформацію у вигляді банка даних; реалізація завдання 4 та 5 використовує змінну інформацію.

Проведемо розрахунок норм часу на розробку та програмування для кожного з чотирьох завдань.

Загальна трудомісткість обчислюється як:

(5.11)

де – трудомісткість розробки ПП; – поправочний коефіцієнт; – коефіцієнт на складність вхідної інформації; – коефіцієнт рівня мови програмування; – коефіцієнт використання стандартних модулів і прикладних програм; – коефіцієнт стандартного математичного забезпечення.

Для першого завдання, виходячи із норм часу для завдань розрахункового характеру степеню новизни А та групи складності алгоритму 1, трудомісткість дорівнює: людино-днів. Поправочний коефіцієнт, який враховує вид використаної інформації для першого завдання (нормативно-довідкова інформація): . Поправочний коефіцієнт, який враховує складність контролю вхідної та вихідної інформації для всіх чотирьох завдань: . Оскільки при розробці першого завдання використовуються стандартні модулі, врахуємо це за допомогою коефіцієнта . Коефіцієнти і , які враховують відповідно програмування на мові високого рівня та розробку стандартного програмного забезпечення, для всіх чотирьох завдань: . Таким чином, загальна трудомісткість програмування першого завдання дорівнює:

людино-днів

Проведемо аналогічні розрахунки для подальших завдань.

Для другого завдання, де використовується степінь новизни А та алгоритм першої групи складності: людино-днів; ; . Загальна трудомісткість:

людино-днів

Для третього завдання, де використовується алгоритм першої групи складності, степінь новизни В: людино-дні; ; . Загальна трудомісткість:

людино-днів

Для четвертого завдання (використовується алгоритм третьої групи складності, степінь новизни Г): людино-днів; ; . Загальна трудомісткість:

людино-днів

Для п’ятого завдання (використовується алгоритм третьої групи складності, степінь новизни В): ; . Для варіанта реалізації а) маємо людино-днів, для варіанта б) маємо людино днів. Загальна трудомісткість для варіанту а):

людино-днів

Для варіанту б):

людино-днів

Складаємо трудомісткість відповідних завдань для кожного з обраних варіантів реалізації програми, щоб отримати їх загальну трудомісткість:

л-г

л-г

Очевидно, що саму високу трудомісткість має варіант II.

В розробці бере участь програміст з окладом 4000 грн. Визначимо зарплату за годину:

(5.12)

де *M* – місячний оклад програміста; – кількість робочих днів на місяць; *t* – кількість робочих годин в день.

Тоді зарплата розробника за варіантами становить:

Створення ПП згідно з Класифікацією видів економічної діяльності належить до другого класу соціального ризику, тому відрахування на соціальний внесок становлять 36,77%. Для кожного з варіантів реалізації:

Тепер потім визначимо витрати на оплату однієї машино-години (См)

Так як ЕОМ обслуговує один спеціаліст з окладом 4000 грн, з коефіцієнтом зайнятості то для однієї машини отримаємо:

(5.13)

З урахуванням додаткової заробітної плати

(5.14)

Єдиний внесок на соціальне страхування:

(5.15)

Амортизаційні відрахування розраховуємо за формулою (при амортизації 25% та вартості ЕОМ – 8000 грн.).

(5.16)

де – коефіцієнт, який враховує витрати на транспортування та монтаж приладу у користувача; – річна норма амортизації; – договірна ціна приладу.

Витрати на ремонт та профілактику розраховуємо за формулою 5.7.

(5.17)

де – відсоток витрат на поточні ремонти.

Ефективний годинний фонд часу ПК за рік розраховуємо за формулою:

(5.18)

де – календарна кількість днів у році; – відповідно кількість вихідних та святкових днів; – кількість днів планових ремонтів устаткування; – кількість робочих годин в день; – коефіцієнт використання приладу у часі протягом зміни.

годин

Витрати на оплату електроенергії розраховуємо за формулою :

(5.19)

де – середньо-споживча потужність приладу; – коефіцієнтом зайнятості приладу; – тариф за 1 КВт-годин електроенергії (1.02 грн).

Накладні витрати, що складають 67% відсотків від заробітної плати:

Річні експлуатаційні витрати:

(5.21)

Собівартість однієї машино-години ЕОМ дорівнюватиме:

(5.22)

Оскільки в даному випадку всі роботи, які пов′язані з розробкою програмного продукту ведуться на ЕОМ, витрати на оплату машинного часу, в залежності від обраного варіанта реалізації пакету, складає:

(5.23)

Накладні витрати складають 67% від заробітної плати:

(5.24)

Визначимо вартість розробки програмного продукту за варіантами:

(5.25)

## 5.6 Вибір кращого варіанта ПП техніко-економічного рівня

Коефіцієнт техніко-економічного рівня розраховується за формулою:

(5.26)

де – величина функціонально-необхідних витрат *j*-го варіанту.

В результаті розрахунку критерію ефективності найбільш ефективним є перший варіант реалізації програми з коефіцієнтом техніко-економічного рівня *.*

## Висновки до розділу 5

В даному розділі проведено повний функціонально-вартісний аналіз ПП, який було розроблено в рамках дипломного проекту. Процес аналізу можна умовно розділити на дві частини.

В першій з них проведено дослідження ПП з технічної точки зору: було визначено основні функції ПП та сформовано множину варіантів їх реалізації; на основі обчислених значень параметрів, а також експертних оцінок їх важливості було обчислено коефіцієнт технічного рівня, який і дав змогу визначити оптимальну з технічної точки зору альтернативу реалізації функцій ПП.

Другу частину ФВА присвячено вибору із альтернативних варіантів реалізації найбільш економічно обґрунтованого. Порівняння запропонованих варіантів реалізації в рамках даної частини виконувалось за коефіцієнтом ефективності, для обчислення якого були обчислені такі допоміжні параметри, як трудомісткість, витрати на заробітну плату, накладні витрати.

Після виконання аналізу програмного комплексу що розроблюється, можна зробити такі висновки. З тих варіантів виконання програмного комплексу, що залишились після першого відбору оптимальним є перший варіант. У нього виявився найкращий показник техніко-економічного рівня якості Ктер =.

Даний варіант виконання програмного комплексу дає користувачу зручний інтерфейс, непоганий функціонал та швидкодію, забезпечуючи найоптимальніше поєднання вартості розробки програмного продукту та його якості.