# 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 отри-мане значення** | **Досягаєме 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

Вагомість параметрів визначається методом їх попарного порівняння, використовуючи результати ранжирування експертами (Таблиця 5.3 і 5.4).

Визначимо коефіцієнт конкордації експертних оцінок (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Визначення коефіцієнта конкордації експертних оцінок.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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 |

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 |

За даними табл. 5.3 обчислюємо коефіцієнт конкордації за формулою:



N=7; n=5

.

Так як розрахункове значення коефіцієнта конкордації більше нормативного, то можна використовувати результати опитування експертів для подальших розрахунків. Розрахунок вагомості параметрів ПП (Кві) наведено в Таблиці 5.5.

Найбільшшироко використовуються наступні значення коефіцієнтів переваги:

 (5.1)

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

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

 (5.2)

 (5.3)

де *вi —* вагомість і-го параметра за результатами оцінок всіх експертів;

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 | 0.18915 |
| х4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 | 3 | 0.12 | 14 | 0.121 | 65 | 0.12217 |
| х5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 1 | 4 | 0.16 | 18 | 0.152 | 81 | 0.15189 |
| Загалом: | | | | | | 25 | 1 | 116 | 1 | 530 | 1 |

## 5.4 Аналіз 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 (5.4):

, (5.4)

де *φі —* коефіцієнт вагомості і-го параметра якості в сукупності прийнятих для розгляду параметрів якості;

*Вiј* - оцінка і-го параметра якості j-го варіанта виробу 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 (5.4) визначаємо показник рівня якості кожного з варіантів ПП.

= 1.342 + 1.342 + 1.891 + 0.366 + 0.273 = 5.214,

= 1.342 + 1.342 + 0.273+ 0.366 + 0.246 = 3.569.

## 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.

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

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

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

Загальна трудомісткість обчислюється як

То = Тр • Кп • Кск • Км • Кст • Кст.м, (5.5)

де Тр- трудомісткість розробки ПП;

Кп- поправочний коефіцієнт;

Кск- коефіцієнт на складність вхідної інформації;

Км- коефіцієнт рівня мови програмування;

Кст- коефіцієнт використання стандартних модулів і прикладних програм;

Кст.м- 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: Тр=90 людино-днів. Поправочний коефіцієнт, який враховує вид використаної інформації для першого завдання (нормативно-довідкова інформація): Кп = 1.7. Поправочний коефіцієнт, який враховує складність контролю вхідної та вихідної інформації для всіх чотирьох завдань дорівнює 1: Кск = 1. Оскільки при розробці першого завдання використовуються стандартні модулі, врахуємо це за допомогою коефіцієнта Кст = 0.8. Коефіцієнти Км і Кст.п, які враховують відповідно програмування на мові низького рівня та розробку стандартного програмного забезпечення, для всіх чотирьох завдань дорівнюють 1:Км = Кст.п = 1. Таким чином, загальна трудомісткість програмування першого завдання дорівнює (Кск, Км та Кст.п  можемо не враховувати):

То = 90•1.7•0.8 = 122.4 людино-днів.

Проведемо аналогічні розрахунки для подальших завдань.

Для другого завдання (використовується алгоритм першої групи складності, степінь новизни А):

Тр = 122.4 людино-днів.

Кп= 1.7; Кст= 0.8.

То = 90 • 1,7 • 0.8 = 122.4

Для третього завдання (використовується алгоритм першої групи складності, степінь новизни В):

Тр = 43 людино-днів

Кп  = 0.68; Кст = 0.8;

То = 43 • 0.68 • 0.8 = 23.39.

Для четвертого завдання (використовується алгоритм третьої групи складності, степінь новизни Г):

Тр = 8 людино-днів

Кп  = 0.6; Кст = 1;

То = 8 • 0.6 • 1 = 4.8.

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

ТI = (122.4 + 122.4 + 4.8 + 23.39 + 19.44) • 8 = 2339 людино-годин;

ТII = (122.4 + 122.4 + 6.91 + 23.39 + 19.44) • 8 = 2356 людино-годин;

Очевидно, що саму високу трудомісткість має варіант II.

В розробці беруть участь два програмісти з окладом 4000 грн. Визначимо зарплату за годину:

 (5.6)

де M-місячний оклад програміста;

Tm-кількість робочих днів тиждень;

t- кількість робочих годин в день.



Тоді зарплата розробників за варіантами відповідно формулі

I. Сзп = 23,8 • 2339 • 1.2 = 66801,64 грн.

II. Сзп = 23,8 • 2356 • 1.2 = 67287,36 грн.

Єдиний внесок на соціальне страхування:

I. Сот = Сзп•0.3677 = 66801,64 • 0.3677 = 24182,19368 грн.

II. Сот = Сзп•0.3677 = 67287,36 • 0.3677 = 24358,02432 грн.

Потім визначимо витрати на оплату однієї машино-години (См)

Так як ЕОМ обслуговує один спеціаліст з окладом 4000 грн, з коефіцієнтом зайнятості 0,2 то для однієї машини отримаємо:

*СГ=12•M•Kз= = 12 • 4000• 0,2 = 9600* грн

З урахуванням додаткової заробітної плати

*СЗП= СГ•* (1+ *Kз*) *= 9600 • (1 + 0.2)=11520* грн

Єдиний внесок на соціальне страхування:

*СОТ = = СЗП • 0.3677 = 9600• 0,3677 = 2762,78* грн.

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

*СА =* Ктм *• Kа•Цпр = 1.15 • 0.25 • 8000 = 3475,2* грн

де Ктм– коефіцієнт, який враховує витрати на транспортування та монтаж приладу у користувача;

*Kа*– річна норма амортизації;

*Цпр*– договірна ціна приладу.

Витрати на ремонт та профілактику розраховуємо за формулою 5.7.

*СР =* Ктм *•Цпр•* Кр *= 1.15 • 8000 • 0.05 = 460* грн. (5.7)

де Кр– відсоток витрат на поточні ремонти.

Ефективний годинний фонд часу ПК за рік розраховуємо за формулою:

*ТЕФ =*(Дк – Дв – Дс – Др) *•* tз *•* Кв *= (365 – 104 – 8 – 16) • 8 • 0.9 = 1706.4* (5.8)

де Дк – календарна кількість днів у році;

Дв,Дс – відповідно кількість вихідних та святкових днів;

Др – кількість днів планових ремонтів устаткування;

t –кількість робочих годин в день;

Кв - коефіцієнт використання приладу у часі протягом зміни.

Витрати на оплату електроенергії розраховуємо за формулою :

*СЕЛ = ТЕФ•* Nс*• Kз •* Цен *= 1706,4 • 0,156 • 0,2436 • 1.02 = 129,695* грн. (5.9)

де Nс – середньо споживча потужність приладу;

*Kз*– коефіцієнтом зайнятості приладу;

Цен – тариф за 1 КВт-годин електроенергії (102 коп).

Накладні витрати:

*СН = Цпр•0.67* *= 9600 • 0,67 =6432*грн. (5.10)

Тоді, річні експлуатаційні витрати будуть:

*СЕКС = 11520 + 2762,78* *+ 3475,2 + 460 + 129,69 + 6432 = 24779,67*грн. (5.11)

Собівартість однієї машино-години ЕОМ дорівнюватиме:

СМ-Г = Секс / Теф *= 24779,67/1706,4=* 14,522 грн/час. (5.12)

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:

СМ = СМ-Г• T (5.13)

І. СМ = СМ-Г• T= 14,52 • 2339 = 33962,2 грн.;

ІІ. СМ = СМ-Г• T= 14,52 • 2356 = 34209,12 грн.;

Накладні витрати складають 67% від заробітної плати:

СН = Сзп•0.67 (5.14)

І. СН = Сзп•0.67 = 66801,64 • 0,67 = 44757,0988грн.;

ІІ. СН = Сзп•0.67 = 67287,36 • 0,67 = 45082,5312грн.;

Визначимо вартість розробки програмного продукту за варіантами:

СПП = Сзп+ Сот+ СМ +СН (5.15)

І. СПП = 66801,64 + 24182,19368 + 33962,2 + 44757,0988= 169703,13грн.;

ІІ. СПП = 67287,36 + 24358,02432 + 34209,12 + 45082,5312= 170937,04 грн.;

## 5.6 Вибір кращого варіанта ПП техніко-економічного рівня

Коефіцієнт техніко-економічного рівня розраховується за формулою (5.15):

Ктеу j = Кя j / Сф j, (5.15)

де Сф j- величина функціонально-необхідних витрат j-го варіанту, грн.

Ктер1 = 5,214 / 169703,13= 3,07 • 10-5;

Ктер2 = 3,569 / 170937,04= 2,08 • 10-5;

В результаті розрахунку критерію ефективності найбільш ефективним є перший варіант реалізації програми з коефіцієнтом техніко-економічного рівня Ктер1 = 3,07 • 10-5*.*

## Висновки до розділу 5

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.