

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

Інформаційна технологія визначення ринкової вартості квартир на основі штучної нейронної мережі

Виконала студентка гр. КН-17м Здрілюк І.В.

Керівник: к.т.н., доц. Колесницький О.К.

Спеціальність 122 “Комп’ютерні науки”

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення точності визначення ринкової вартості квартир програмними засобами за рахунок застосування штучної нейронної мережі.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

- провести аналіз проблеми розв'язання задачі визначення ринкової вартості квартир;
- розглянути існуючі методи вирішення задачі визначення ринкової вартості квартир та обрати й обґрунтувати вибір методу, який задовольняє мету даної магістерської кваліфікаційної роботи;
- запропонувати математичну модель визначення ринкової вартості квартир, на основі математичної моделі розробити алгоритм визначення ринкової вартості квартир,
- спроектувати структуру нейронної мережі для визначення ринкової вартості квартир,
- здійснити програмну реалізацію визначення ринкової вартості квартир,
- провести тестування та аналіз результатів роботи програмних засобів визначення ринкової вартості квартир.

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкт дослідження – процес комп'ютерного визначення ринкової вартості квартир з використанням нейронних мереж.

Предмет дослідження – методи та програмні засоби визначення ринкової вартості квартир з використанням нейронної мережі та точність їх роботи.

Методи дослідження

У роботі використані наступні методи наукових досліджень:

- системного аналізу,
- прогнозування,
- теорії штучних нейронних мереж для реалізації інформаційної технології визначення ринкової вартості квартир,
- методи математичної статистики для розробки процесу визначення ринкової вартості квартир та обрахунків результатів експериментів із програмним засобом,
- об'єктно-орієнтованого програмування

НАУКОВА НОВИЗНА ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

1. Набула подальшого розвитку інформаційна технологія визначення ринкової вартості квартир, яка відрізняється використанням штучної нейронної мережі, що дозволило підвищити точність визначення ринкової вартості квартир.
2. Удосконалено метод навчання нейронної мережі багат шаровий перцептрон, який відрізняється використанням стохастичного градієнтного спуску, що дозволило підвищити точність визначення ринкової вартості квартир.

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

1. розроблено алгоритм роботи програмного забезпечення визначення ринкової вартості квартир на основі штучної нейронної мережі;
2. розроблено програмні засоби для визначення ринкової вартості квартир на основі штучної нейронної мережі;

Аналіз предметної області визначення ринкової вартості квартир

Існує достатньо велика кількість методів та алгоритмів, призначених для оцінки нерухомості. Можна виділити такі методи:

- 1) порівняльний;
- 2) дохідний;
- 3) витратний;
- 4) експертний;
- 5) нейромережевий.

Було обрано нейромережевий метод

Вибір і обґрунтування аналогу

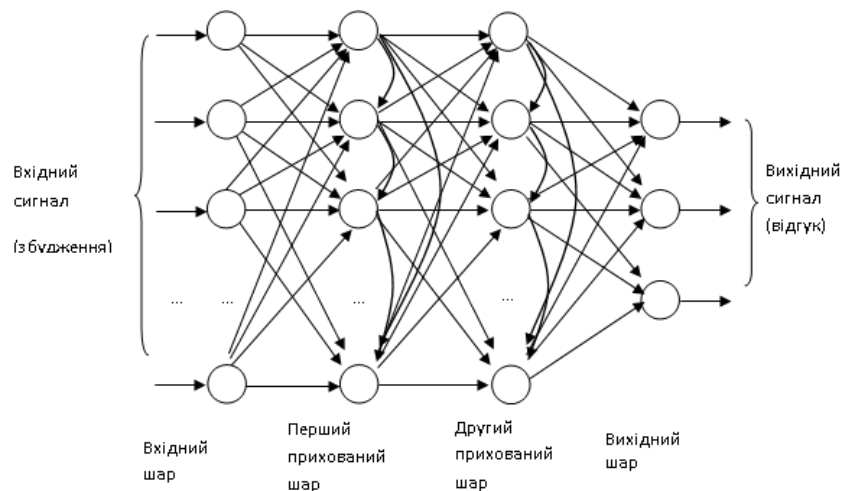
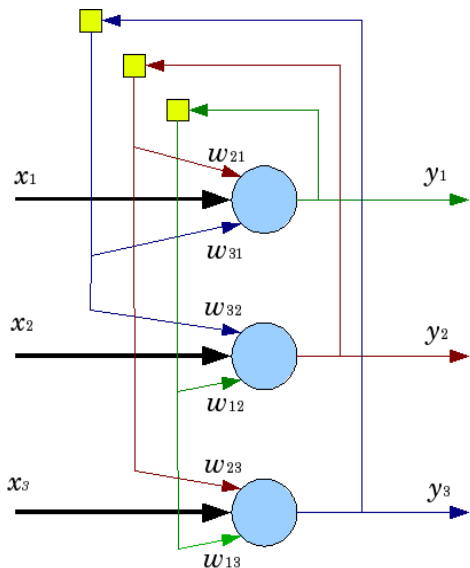
The screenshot shows the website Allsoft.ua with the following details:

- Product Name:** Оценка недвижимости 2.0
- Price:** 1 371 грн.
- Methods:**
 1. Методом сравнения продаж;
 2. Статистическим методом;
 3. Доходным методом;
 4. Затратным методом.
- Description:** Программа «Оценка недвижимости» предназначена для определения рыночной стоимости объектов недвижимости и земельных участков с последующим составлением отчета следующими методами: 1. Методом сравнения продаж; 2. Статистическим методом; 3. Доходным методом; 4. Затратным методом. На основе введенной пользователем базы данных сделок купли – продажи объектов недвижимости, аналогичных оцениваемому, программа позволяет быстро и удобно методами статистики и сравнения продаж, определить стоимость оцениваемого объекта, в соответствии с ограничениями, установленными пользователем. Кроме этого программа также позволяет рассчитать стоимость объекта доходным методом на основе прогнозирования будущих поступлений от его использования на основе модели чистой приведенной стоимости (Net Value Present) и расчета капитализированной стоимости предприятия в долгосрочный период. В программе присутствует возможность определить стоимость объекта аналогичного, оцениваемому объекту недвижимости затратным методом, основанным на определении затрат, которые понесет покупатель при воспроизведении объекта-аналога.
- Developer:** Konstanta
- Version:** 2.0, объем: 0,9 МБ

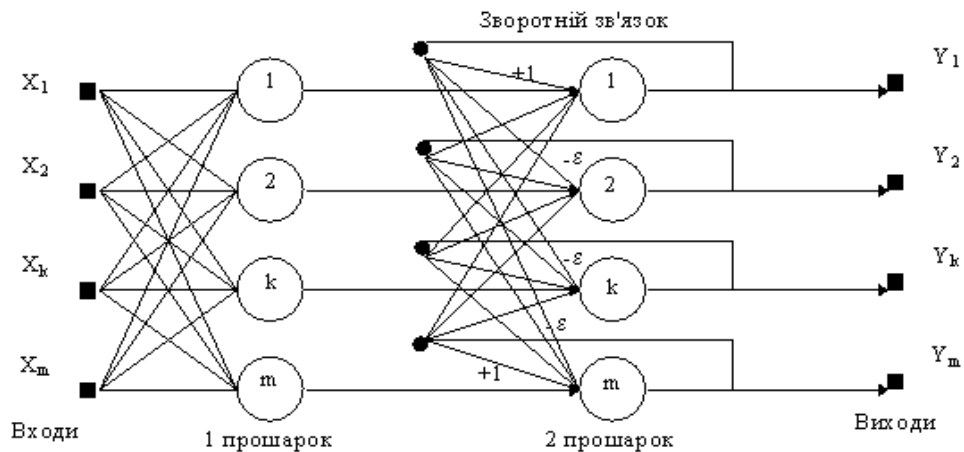
Сайт разработчика программы «Оцінка нерухомості»

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Нейронна мережа Хопфілда



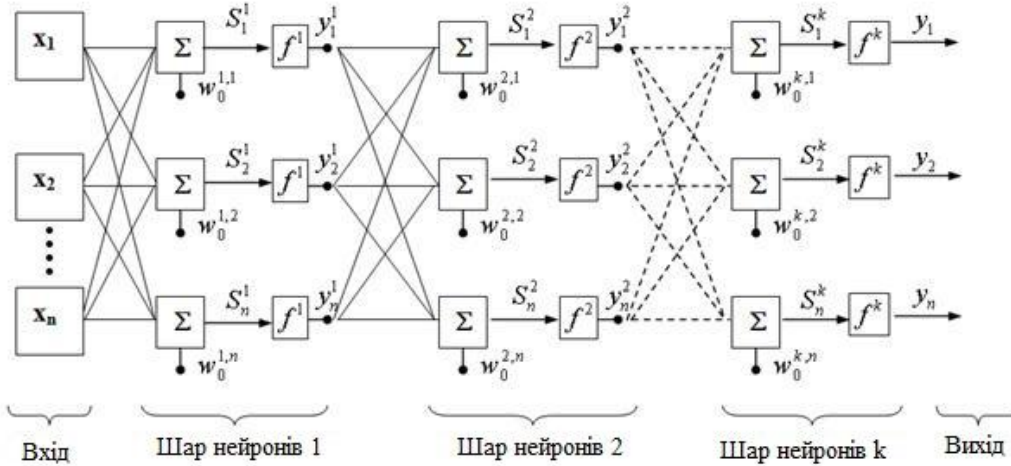
Багатoshаровий персептрон



Нейронна мережа Хемінга

Була обрана нейронна мережа багатoshаровий персептрон

Архітектура та математична модель нейронної мережі багатошаровий перцептрон



Функція нейрона:

$$f(x) = \text{sign}\left(\sum_{i=1}^n w_i x_i - \theta\right) \quad (3.1)$$

вагові коефіцієнти w_i зв'язків

Алгоритм зворотного поширення помилки:

1. Початкові значення ваг всіх нейронів всіх шарів $V(t=0)$ і $W(t=0)$ визначаються випадковими числами.
2. Мережі пред'являється вхідний образ X_a , в результаті формується вихідний образ $Y_1 Y_a$. При цьому нейрони послідовно від шару до шару функціонують за наступними формулами:

$$\text{Прихований шар: } x_j = \sum_i W_{ij} X_i^a; Y_i = f(x_j) \quad (3.2)$$

$$\text{Вихідний шар: } x_k = \sum_j V_{jk} Y_j; Y_k = f(x_k) \quad (3.3)$$

де $f(x)$ - сигмоїдальна функція.

Функціонал квадратичної помилки мережі для даного вхідного образу має вигляд:

$$E = \frac{1}{2} \sum_k (y_k - Y_k^a)^2 \quad (3.4)$$

Даний функціонал потрібно мінімізувати. Класичний градієнтний метод оптимізації полягає в ітераційному уточненні аргумента:

$$V_{jk}(t+1) = V_{jk}(t) - h * \frac{\partial E}{\partial N_{jk}} \quad (3.5)$$

Функція помилки не має залежності від ваги V_{jk} , тому використовуються формули неявного диференціювання складної функції:

$$\frac{\partial E}{\partial y_k} = \delta_k = (y_k - Y_k^a); \quad (3.6)$$

$$\frac{\partial E}{\partial x_k} = \frac{\partial E}{\partial y_k} * \frac{\partial y_k}{\partial x_k} = \delta_k * y_k(1 - y_k); \quad (3.7)$$

$$\frac{\partial E}{\partial N_{jk}} = \frac{\partial E}{\partial y_k} * \frac{\partial y_k}{\partial x_k} * \frac{\partial x_k}{\partial N_{jk}} = \delta_k * y_k(1 - y_k) * y_i \quad (3.8)$$

Тут врахована корисна властивість сигмоїдальної функції $f(x)$: її похідна виражається тільки через саме значення функції:

$f'(x) = f(1-f)$. Таким чином, всі необхідні величини для підстроювання ваг вихідного шару V отримані.

3. На цьому кроці виконується підстроювання ваг прихованого шару. Градієнтний метод, як і раніше, дає:

$$W_{ij}(t+1) = W_{ij}(t) - h * \frac{\partial E}{\partial W_{ij}} \quad (3.9)$$

Обчислення похідних виконуються за тими ж формулами, за винятком деякого ускладнення формули для помилки δ_j :

$$\frac{\partial E}{\partial X_k} = \frac{\partial E}{\partial y_k} * \frac{\partial y_k}{\partial x_k} = \delta_k * y_k(1 - y_k)$$

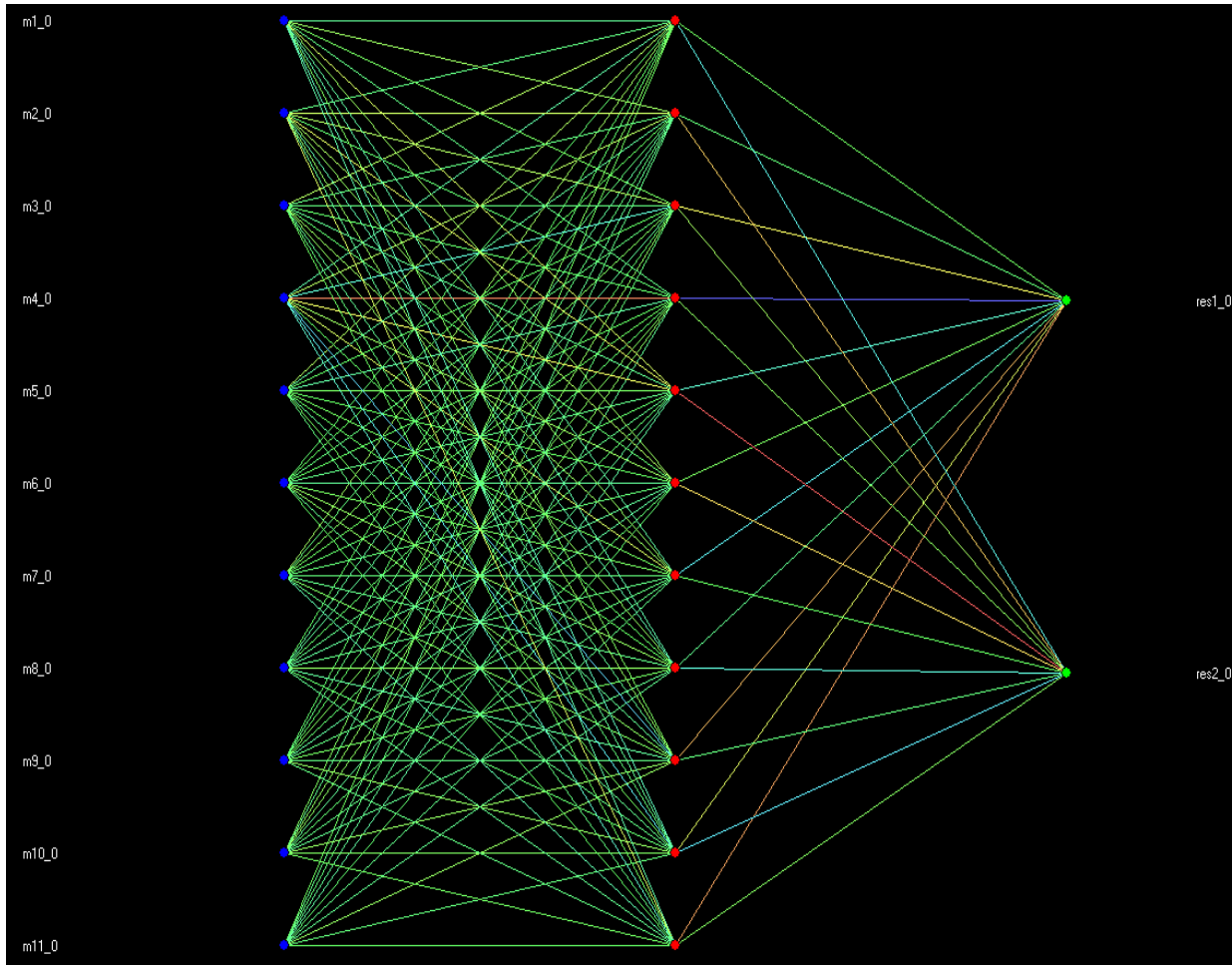
$$\frac{\partial E}{\partial y_i} = \delta_j = \sum_k \frac{\partial E}{\partial x_k} * \frac{\partial x_k}{\partial y_i} = \sum_k \delta_k * y_k(1 - y_k) * V_{jk}; \quad (3.10)$$

$$\frac{\partial E}{\partial W_{ij}} = \frac{\partial E}{\partial y_i} * \frac{\partial y_i}{\partial x_i} * \frac{\partial x_i}{\partial W_{ij}} = \delta_j * y_j(1 - y_j) * X_i^a = [\sum_k \delta_k * y_k(1 - y_k) * V_{jk}] * [y_j(1 - y_j) * X_i^a] \quad (3.11)$$

При обчисленні δ_j тут і було застосовано принцип зворотного поширення помилки: окремі похідні беруться тільки по змінним наступного шару. За отриманими формулами модифікуються ваги нейронів прихованого шару.

Вид багат шарового персептрону, використаного в роботі

Призначення входів багат шарового персептрона (їх є одинадцять):

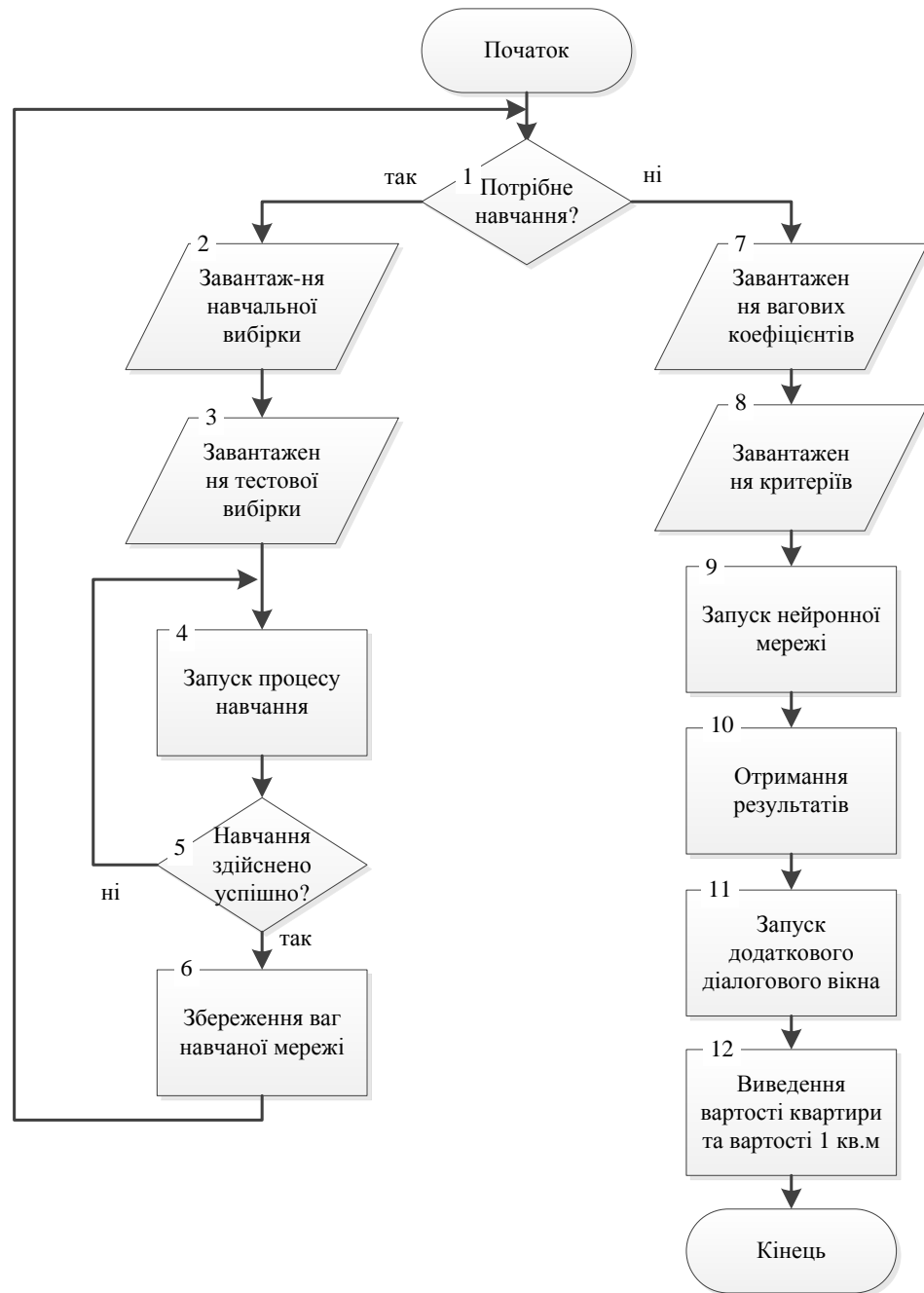


1. кількість кімнат,
2. мікрорайон в місті,
3. загальна площа квартири,
4. житлова площа квартири,
5. площа кухні,
6. поверх,
7. поверховість,
8. матеріал стін,
9. якість ремонту,
10. вид опалення (централізоване чи індивідуальне),
11. новобудова чи старий будинок.

СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИЗНАЧЕННЯ РИНКОВОЇ ВАРТОСТІ КВАРТИР НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ



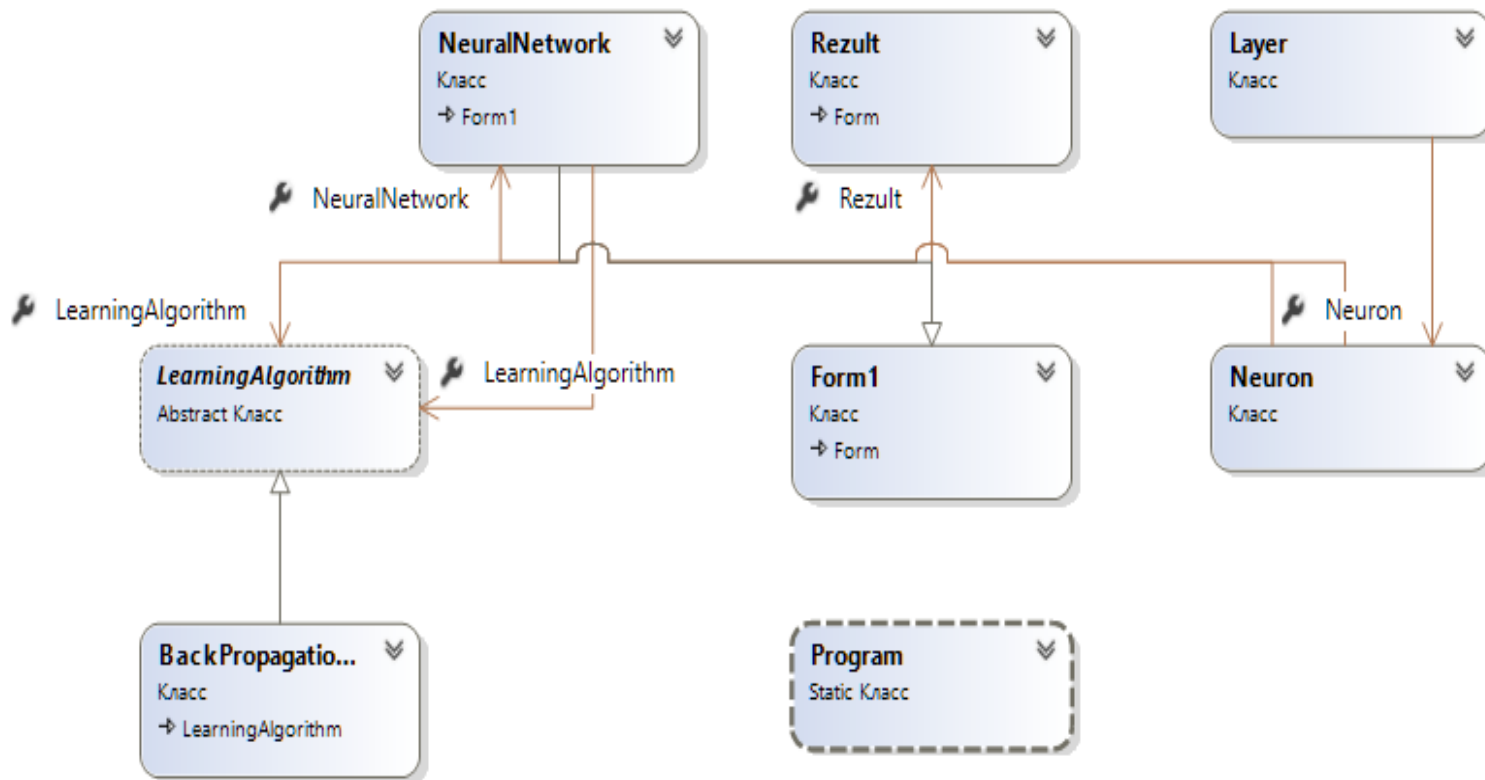
Загальний алгоритм роботи програми визначення ринкової вартості квартир



Обґрунтування вибору мови та середовища програмування

Для реалізації програми було обрано мову програмування C# з використанням технології Windows Forms та середовище розробки Microsoft Visual Studio 2015

UML-діаграма класів програми визначення ринкової вартості квартир



СТАРТОВЕ ВІКНО ПРОГРАМИ ВИЗНАЧЕННЯ РИНКОВОЇ ВАРТОСТІ КВАРТИР

Визначення вартості квартир [-] [□] [×]

Опції Про розробника Вихід

Параметри житла

Кількість кімнат
Вибір... ▾

Мікрорайон в місті
Вибір... ▾

Загальна площа квартири м²: *
[Slider]

Житлова площа квартири м²: *
[Slider]

Площа кухні м²: *
[Slider]

Поверх
Вибір... ▾

Поверховість
Вибір... ▾


Матеріал стін
Вибір... ▾

Ремонт
Вибір... ▾

Опалення
Вибір... ▾

Новобудова
Вибір... ▾

**РОЗРАХУВАТИ
ВАРТІСТЬ КВАРТИРИ**



РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ПРОГРАМИ ВИЗНАЧЕННЯ РИНКОВОЇ ВАРТОСТІ КВАРТИР

Визначення вартості квартир

Опції Про розробника Вихід

Параметри житла

Кількість кімнат
Дві кімнати

Мікрорайон в місті
Тяжилів

Загальна площа квартири м²: 63

Житлова площа квартири м²: 40

Площа кухні м²: 8

Поверх
3

Поверховість
5


Матеріал стін
Цегла

Ремонт
Гарний ремонт

Опалення
Автономне

Новобудова
НІ

**РОЗРАХУВАТИ
ВАРТІСТЬ КВАРТИРИ**



Приклад заповнення
головного діалогового
вікна

Результат
роботи
програми

Результат

Кількість кімнат - Дві кімнати
Мікрорайон в місті - Тяжилів
Загальна площа квартири м² - 63
Житлова площа квартири м² - 40
Площа кухні м² - 8
Поверх - 3
Поверховість - 5
Матеріал стін - Цегла
Ремонт - Гарний ремонт
Опалення - Автономне
Новобудова - НІ

Вартість житла становить:
21175\$

Вартість за м² становить:
311\$

Змінити дані Розрахунок

ТЕСТУВАННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ПРОГРАМИ ВИЗНАЧЕННЯ РИНКОВОЇ ВАРТОСТІ КВАРТИР

№п/п	Реальне значення вартості квартири, у.о.	Вартість квартири, видана програмою «Оцінка нерухомості», у.о.	Похибка програми «Оцінка нерухомості»		Вартість квартири, видана розробленою програмою, у.о.	Похибка розробленої програми	
			Абсолютна	Відносна, %		Абсолютна	Відносна, %
1.	23 000	20 800	2 200	9,57	21 100	1 900	8,26
1.	22 000	23 100	1 100	5,00	20 000	2 000	9,09
1.	75 000	72 500	2 500	3,33	70 500	4 500	6
1.	52 000	56 200	4 200	8,07	50 100	1 900	3,65
1.	40 817	42 700	1 883	4,61	40 600	217	0,53
1.	27 530	23 600	3 930	14,27	27 600	70	0,25
1.	57 274	53 000	4 274	7,46	57 100	174	0,30
1.	9 519	8 500	1 019	10,70	10 500	981	10,30
1.	13 982	16 000	2 018	14,43	15 950	1 968	14,07
1.	30 470	28 200	2 270	7,44	30 450	20	0,06
	Середня похибка		2 539	8,49 %		1 373	5,25%

Із табл. видно, що розроблена програма має меншу середню відносну похибку визначення ринкової вартості квартир (5,25%), ніж аналогічна програма (8,49%), а значить точність визначення ринкової вартості квартир у розробленій програмі збільшена на 3,24 % за рахунок застосування нейронної мережі. Тобто, мета роботи досягнута.

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Було проведено оцінювання комерційного потенціалу розробки інформаційної технології визначення ринкової вартості квартир на основі штучної нейронної мережі та технологічний аудит з залученням трьох незалежних експертів. Визначено, що рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього. Проведено аналіз подібних існуючих розробок. Запропонована розробка має кращі функціональні характеристики, а тому є конкурентоспроможним товаром на ринку. Витрати на розробку становлять 55798,00 грн. Розрахована абсолютна ефективність вкладених інвестицій в сумі 1580336,80 свідчить про отримання прибутку інвестором від впровадження програмного продукту у діяльність підприємства. Щорічна ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій складає 208 %, що набагато вище за мінімальну бар'єрну ставку дисконтування, яка складає 25%. Це означає потенційну зацікавленість інвесторів у фінансуванні розробки. Термін окупності складає 0,48 року, що також свідчить про доцільність фінансування..

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ТА ПУБЛІКАЦІЇ

Апробація результатів роботи.

Результати досліджень апробовані на конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи-2019», Вінниця, 2019
<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/index/pages/view/zbirn2019>

Публікації.

За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 тези доповідей на конференції.

ВИСНОВОК

В результаті виконання МКР розроблено інформаційну технологію та програмне забезпечення для визначення ринкової вартості квартир на основі нейронної мережі багатошаровий персептрон. Програмне забезпечення створено об'єктно-орієнтованою мовою програмування C# з використанням технології Windows Forms та середовища розробки Microsoft Visual Studio 2015. Середня відносна похибка визначення вартості квартир розробленою програмою дорівнює 5,25%, а аналогічною програмою «Оцінка нерухомості» - 8,49%, а значить точність визначення вартості квартир покращена на 3,24%. Отже, мета роботи досягнута.

Дякую за увагу!