

УДК 004.8

Воробйов А.П., здобувач*Державний університет «Житомирська політехніка»*

ГІБРИДНИЙ МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ ВАРТОСТІ НЕРУХОМОСТІ ЗА СТРУКТУРОВАНИМИ ДАНИМИ ТА ВІЗУАЛЬНИМ АНАЛІЗОМ ЗОБРАЖЕНЬ

Автоматизована оцінка вартості нерухомості є актуальною задачею, в основному, для ринку нерухомості, але також банківського сектору, або інвестиційних компаній. Класичні методи оцінки базуються переважно на табличних характеристиках об'єктів – площі, кількості кімнат, поверху, року введення в експлуатацію, місцезнаходження тощо. Однак такі підходи не враховують візуальну складову, яка суттєво впливає на сприйняття вартості покупцями: якість ремонту, стан оздоблення, естетику інтер'єру.

Експерименти з регресійними моделями на українських даних показують, що максимальна точність прогнозування ціни за табличними ознаками становить близько 65%. Це обумовлено тим, що значна частина цінової варіативності пов'язана з факторами, які складно формалізувати числово: стан ремонту, якість матеріалів, загальне враження від об'єкта.

У роботі пропонується гібридний метод прогнозування вартості нерухомості, який поєднує регресійний аналіз табличних даних із візуальною класифікацією якості об'єкта на основі фотографій. Ключова ідея полягає у використанні порядкової (ordinal) класифікації для оцінки візуальної якості, що дозволяє врахувати ієрархію вартості ремонту об'єкта (без оздоблення/ремонту - 0, чорновий - 1, совітський - 2 і далі за шкалою).

Архітектура системи складається з двох основних компонентів. Перший – регресійна модель для прогнозування базової ціни за табличними характеристиками: площа, кількість кімнат, поверх, тип будинку, район, відстань до лінії бойового зіткнення, тощо. Другий – згортоква нейронна мережа для класифікації візуальної якості об'єкта.

Для навчання візуального класифікатора використовується спеціалізована функція втрат CORN (Conditional Ordinal Regression Network), яка враховує порядок класів. Альтернативою до CORN є крос-ентропія, але на відміну від крос-ентропії, CORN забезпечує сильнішу функцію штрафу за помилки між віддаленими класами, що відповідає реальній різниці у вартості об'єктів. Тобто, якщо за результатом класифікації, в об'єкта виявлено найкращу якість інтер'єру, але ціна відповідає класу “без оздоблення” - штраф буде більший ніж звичайний.

Об'єднання результатів двох моделей реалізується через *stacked generalization*. На першому рівні базові моделі генерують прогнози: регресійна модель – ціну та інтервал невизначеності, візуальна модель – ймовірності належності до кожного класу якості. На другому рівні мета-модель навчається оптимально комбінувати ці прогнози.

Важливою особливістю підходу є використання механізму для агрегації інформації з кількох фотографій одного об'єкта. Це дозволяє моделі автоматично визначати найбільш інформативні зображення та зменшувати вплив неякісних або нерелевантних фото.

Альтернативним підходом може бути *end-to-end* мультимодальна нейронна мережа з двома гілками: також табличною MLP та візуальною CNN. Об'єднання модальностей здійснюється через *cross-attention* або біллінійний пулінг на рівні латентних представлень.

Попередні експерименти та навіть роботи з іншими методами [3], показують, що додавання візуальної компоненти дозволяє підвищити точність прогнозування щонайменше на 10–15% порівняно з моделями, які використовують лише табличні дані. Найбільший ефект спостерігається для нерухомості з нестандартними характеристиками, де візуальна інформація є найважливішою.

Запропонований гібридний метод відкриває можливості для створення більш точних автоматизованих систем оцінки нерухомості, які враховують як об'єктивні характеристики, так і суб'єктивне сприйняття об'єкта. Подальші дослідження спрямовані на розширення набору даних та інтеграцію додаткових джерел інформації.

Список використаних джерел:

1. SciKit Learn. URL: <https://scikit-learn.org>.
2. LearnOpenCV. Convolutional Neural Network (CNN). URL: <https://learnopencv.com/>.
3. Poursaeed O., Matera T., Belongie S. Vision-based Real Estate Price Estimation. Machine Vision and Applications. 2018. Vol. 29 : Computer Vision and Pattern Recognition. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1707.05489>.