МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ КОЛІРНИХ ДАНИХ У ДОДАТКАХ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЇ

***Луніна К.О.**, студентка, кафедра МСТ*
***Кулішова Н.Є.**, к.т.н., проф., каф. МСТ*
Харківський національний університет радіоелектроніки

При проектуванні додатку доповненої реальності (AR – Augmented Reality) зображення, що входять до його контенту, зазнають перетворень [1]. Результатом стає порушення точності відтворення кольорів. Ці викривлення досить помітні, і для деяких видів додатків (з зображеннями предметів інтер'єру, одягу, косметики) можуть бути критичними.

В даній роботі розглядається використання методу лінійної регресії для розробки моделі перетворення колірних даних у процесі створення додатку доповненої реальності.

Вхідними змінними моделі є $X = \{x_1, x_2, x_3\}$ – вектор колірних координат референсних кольорів у просторі RGB. Кольори зібрано в шкали, які у вигляді зображень утворюють контент AR додатку. Вихідні змінні моделі – $Y = \{y_1, y_2, y_3\}$ – вектор колірних координат у просторі CIELab для полів створених шкал, які спостерігаються візуально на екрані смартфона у додатку доповненої реальності після компіляції та завантаження.

Пропонуються три рівняння для регресійної моделі – лінійні за коефіцієнтами, але нелінійні за вхідними змінними:

– перше рівняння:

$$y_1 = a_{10} + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{14}x_1x_2 + a_{15}x_1x_3 + a_{16}x_2x_3$$
$$y_2 = a_{20} + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + a_{24}x_1x_2 + a_{25}x_1x_3 + a_{26}x_2x_3$$
$$y_3 = a_{30} + a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + a_{34}x_1x_2 + a_{35}x_1x_3 + a_{36}x_2x_3,$$

де $a_{10}, a_{11}, ..., a_{36}$ - коефіцієнти моделі;

– друге рівняння:

$$y_1 = a_{10} + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{14}x_1x_2 + a_{15}x_1x_3 + a_{16}x_2x_3 + a_{17}x_1^2 + a_{18}x_2^2 + a_{19}x_3^2 + a_{110}x_1x_2x_3$$
$$y_2 = a_{20} + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + a_{24}x_1x_2 + a_{25}x_1x_3 + a_{26}x_2x_3 + a_{27}x_1^2 + a_{28}x_2^2 + a_{29}x_3^2 + a_{210}x_1x_2x_3$$
$$y_3 = a_{30} + a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + a_{34}x_1x_2 + a_{35}x_1x_3 + a_{36}x_2x_3 + a_{37}x_1^2 + a_{38}x_2^2 + a_{39}x_3^2 + a_{310}x_1x_2x_3,$$

– третє рівняння з більш складними нелінійними зв'язками між змінними:

$$y_1 = a_{10} + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{14}x_1x_2 + a_{15}x_1x_3 + a_{16}x_2x_3 +$$
$$+a_{17}x_1^2 + a_{18}x_2^2 + a_{19}x_3^2 + a_{110}x_1x_2x_3 + a_{111}x_1^2x_2x_3 + a_{112}x_1x_2^2x_3 +$$
$$+a_{113}x_1x_2x_3^2 + a_{114}x_1^2x_2^2x_3 + a_{115}x_1^2x_2x_3^2 + a_{116}x_1x_2^2x_3^2 + a_{117}x_1^2x_2^2x_3^2$$
$$y_2 = a_{20} + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + a_{24}x_1x_2 + a_{25}x_1x_3 + a_{26}x_2x_3 +$$
$$+a_{27}x_1^2 + a_{28}x_2^2 + a_{29}x_3^2 + a_{210}x_1x_2x_3 + a_{211}x_1^2x_2x_3 + a_{212}x_1x_2^2x_3 +$$
$$+a_{213}x_1x_2x_3^2 + a_{214}x_1^2x_2^2x_3 + a_{215}x_1^2x_2x_3^2 + a_{216}x_1x_2^2x_3^2 + a_{217}x_1^2x_2^2x_3^2$$
$$y_3 = a_{30} + a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + a_{34}x_1x_2 + a_{35}x_1x_3 + a_{36}x_2x_3 +$$
$$+a_{37}x_1^2 + a_{38}x_2^2 + a_{39}x_3^2 + a_{310}x_1x_2x_3 + a_{311}x_1^2x_2x_3 + a_{312}x_1x_2^2x_3 +$$
$$+a_{313}x_1x_2x_3^2 + a_{314}x_1^2x_2^2x_3 + a_{315}x_1^2x_2x_3^2 + a_{316}x_1x_2^2x_3^2 + a_{317}x_1^2x_2^2x_3^2.$$

Було проведено експеримент, для якого в графічному пакеті створено шкали із 104 колірними полями. Ці зображення включено в AR додаток, який спостерігався у переглядовому боксі. Під час перегляду виконано візуальне співставлення спостережуваних на екрані смартфону кольорів та віяла Pantone. Спостережувані кольори утворюють масив референсних вихідних змінних $Y_r = \{y_{r1}, y_{r2}, y_{r3}\}$.

Було визначено колірні похибки між розрахованими та референсними значеннями вихідних змінних за формулою:

$$\Delta E = \sqrt{(y_1 - y_{r1})^2 + (y_2 - y_{r2})^2 + (y_3 - y_{r3})^2}.$$

Для першої моделі дисперсія похибки становить 73,9; $\Delta E \le 6$ для чотирьох кольорів; для другої моделі дисперсія становить 438,1; $\Delta E \le 6$ для двох точок; для третьої моделі дисперсія становить 230,6; $\Delta E \le 6$ для однієї точки.

Перша модель виявляється точнішою: збільшення кількості нелінійних по входах доданків не підвищує, а навпаки, знижує точність моделі. Однак, і перша модель не забезпечує потрібного рівня точності: більшість тестової вибірки дає помилку, яка перевищує задану межу.

Список літератури

1. Flach, P.A. (2012). *Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data.* Cambridge University Press.

2. Deineko, Z., & et al.. (2021). Color space image as a factor in the choice of its processing technology. Abstracts of I International scientific-practical conference «Problems of modern science and practice» (September 21-24, 2021). Boston, USA, pp. 389-394.