

**ОЦІНЮВАННЯ СТУПЕНЯ ОХОПЛЕННЯ ПРОСТОРУ ІСНУЮЧИХ КОЛЬОРІВ
ТЕЛЕВІЗІЙНИМИ СИСТЕМАМИ**

КАРЛОВСЬКИЙ Д. В.

ДП УНДІРТ

**TELEVISION SYSTEMS EXISTING COLOR SPACE COVERING
DEGREE ESTIMATION**

KARLOVSKIY D. V.

ВСТУП

Створення математичної моделі для оцінювання якості кольоровідтворення системами цифрового телебачення потребує наявності певної колориметричної системи, у рамках якої було б можливо отримати можливість адекватного представлення різниці у сприйнятті кольорів певним числом. Найбільш вдало у ролі такої колориметричної системи може бути використано систему ренотації кольорів Манселла, бо цю систему було створено як рівноконтрастну, тобто рівній відстані між двома точками відповідає однакова різниця у сприйнятті кольорів, що надані цими точками. Однак, у первісному вигляді ця система є дискретною (відомі координати лише обмеженої кількості кольорів, та не існує математичного виразу для їх визначення для будь-якої точки кольорового простору) та не заповнює простір кольорів, що можуть сприйматись людиною, цілком. Повні таблиці з вихідними даними надані у [3]. Тому постає задача у розробці алгоритму визначення координат точок кольору між вже відомими точками та добування системи до границь області кольорів, що можуть бути сприйняті людиною.

Розширення області, у якій система є визначеною, у бік дуже яскравих кольорів (значення світлоти від 9/ до 10/) з високою точністю можна здійснити шляхом екстраполяції, бо криві постійної насиченості в інтервалі світлоти від 7/ до 9/ змінюються дуже повільно. З іншого боку, розширення області визначення системи у область дуже темних кольорів (для значень світлоти за Манселлом від 1/ до 0/) потребує більш обережного підходу, бо криві постійної насиченості у системі координат (x, y) стають нечіткими при наближенні світлоти до нуля. Це може бути продемонстровано тим фактом, що колір будь-якої насиченості, навіть спектральний колір, не можна відрізнити від чорного (значення світлоти за Манселлом дорівнює нулю) за стандартних умов спостереження (нейтральний сірий фон зі значення світлоти за Манселлом 5/ чи більше) для якого координати у системі Манселла є корельованими зі сприйняттям кольору. Розглянемо гіпотетичний колір, для якого частотна функція відбиття або пропускання дорівнює нулю у всьому діапазоні, за виключенням вузької смуги частот. Так як ширина цієї смуги частот наближається до нуля, то величина коефіцієнту відбиття або пропускання, Y , також має наближатися до нуля, та колір за певного значення світлоти за Манселлом не можна відрізнити від чорного. Але координати колірності x y , для гіпотетичного кольору лишаються сталими та визначають точку на локусі. З цього випливає, що при наближенні світлоти за Манселлом до нуля, лінія сталої насиченості для будь-якого значення насиченості, яким би малим воно не було, залишиться зовні локусу спектральних кольорів. Початок швидкого збільшення кривих сталої насиченості можна побачити порівнюючи лінії сталої насиченості для значень світлоти 2/ та 1/. Знайденні координати кольорів для значень світлоти у діапазоні $[0,2 \dots 0,8]$ було визначено та наведено у [5].

РОЗШИРЕННЯ СИСТЕМИ

Добування системи ренотації кольорів Манселла до границь колірної тіла здійснено шляхом екстраполяції вихідних даних наступним чином:

- На кожній лінії постійного колірного тону для кожної пари точок визначається кут нахилу до координатних осей та відстані між цими точками;

$$\alpha_i = \operatorname{arctg} \left(\frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} \right)$$

$$l_i = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} \quad (1)$$

- Визначається абсолютна зміна між кутами для сусідніх пар точок та відносна зміна відстаней між цими парами точок;
- Лінійно екстраполюючи знайдені величини змін добудовуємо лінії постійного колірного тону та знаходимо координати точок перетину границі колірного тіла та ліній постійного колірного тону;
- Визначаємо значення насиченості на границі колірного тіла для усіх значень яскравості та колірного тону за Манселлом.

Отримавши добудовану систему ренотації кольорів Манселла, стає можливим здійснювати переходи з системи МКО 31 Y_xu (а з неї – у більшість інших колориметричних систем) до рівноконтрастної системи ренотації кольорів Манселла, отримавши, таким чином, можливість зв'язувати рівні сигналів (або двійкові коди, якими представлені ці сигнали) з кольорами, що сприймає людина. А це, в свою чергу, дозволить безпосередньо оцінювати спотворення кольору пов'язані із спотвореннями сигналів.

ОТРИМАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНЮВАННЯ СТУПЕНЯ ОХОПЛЕННЯ ПРОСТОРУ КОЛЬОРІВ

Використовуючи побудовану модель було визначено ступінь охоплення простора існуючих у природі кольорів у телевізійній системі високої чіткості у системі МКО 31 та у системі ренотації Манселла. Для цього було побудовано тіло кольорів, існуючих у природі у обох системах, та визначено їх об'єм. Крім того було побудовано тіло кольорів, що можуть бути відтворені відеосистемою, відображено обмежуючу його поверхню у систему Манселла й також знайдено їх об'єм у обох системах. При цьому відношення цих об'ємів й відображає ступінь охоплення телевізійного простору існуючих кольорів. Також було знайдено диференціальну оцінку ступеня охоплення для різних рівнів яскравості. На рисунку 1 наведено залежність відсотку охоплення простору кольорів від рівня яскравості. Суцільною лінією показано результати, отримані для системи МКО 31, а крапчастою – для системи ренотації кольорів Манселла.

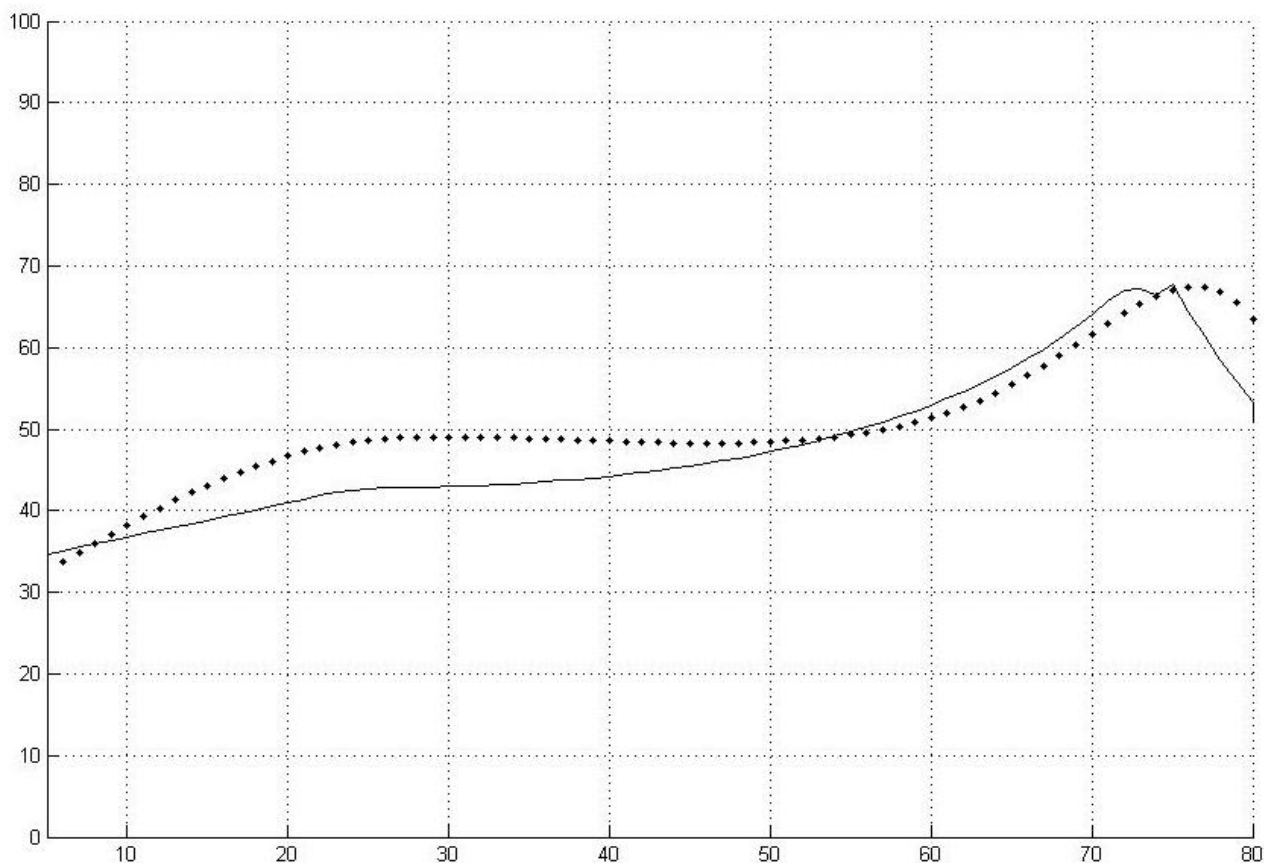


Рисунок 1 – Залежність відсотку охоплення простору кольорів від рівня яскравості.

З рисунку видно, що відсоток охоплення для більшої частини динамічного діапазону яскравості не перевищує 50 %. Також видно певну розбіжність при отриманні оцінок в системі МКО 31 та системі Манселла, зменшення якості відтворення дуже темних та дуже світлих кольорів.

Інтегральна ступінь охоплення для всіх рівнів яскравості становить приблизно 43,1 % при отриманні оцінок у системі МКО 31 та 47,7 % у системі Манселла.

Навіть цей окремий приклад дозволяє побачити велику практичну важливість розроблюваного програмного комплексу, бо саме система Манселла є найбільш корельованою з людським зором. Саме тому подальший розвиток запропонованої системи перетворення координат точок між системами МКО 31 та системою ренотації кольорів Манселла буде сприяти зростанню якості кольоровідтворення в телевізійних системах.

Література

1. Джадд Д, Вышецки Г., Цвет в науке и технике, перевод с английского, М.: Мир, 1978. – 592 с.
2. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А., Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. М.: Наука, 1981 – 721 с.
3. Wyszecki G., Stiles W., Color Science, Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae, Second Edition, Wiley Classic Library, New York, 2000. – 950 p.
4. Fairchild, Mark D. Color Appearance Models, Addison-Wesley, Inc. 1997. – 417 p.
5. Deane B. Judd and Gunter Wyszecki. Extension of the Munsell Renotation System to Very Dark Colors. Journal of the Optical Society of America.