

КОНТИНУАЛЬНИЙ МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС
СИСТЕМИ РЕНОТАЦІЇ КОЛЬОРІВ МАНСЕЛЛА

Карловський Д.В.

CONTINUOUS MATHEMATICAL DESCRIPTION
OF MANCELL COLOURS RENOTATION SYSTEM

Karlovsky D.V.

ДПІ УНДІРТ

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 побудова системи до границь області кольорів, що можуть бути сприйняті людиною.

Вирішення першої частини задачі зводиться до вирішення задачі інтерполяції значень між вже відомими точками. Математично це реалізується за виразом: Equation Section 1

$$P_M(x_M, y_M, z_M) = \sum_{\substack{i=0,1 \\ j=0,1 \\ k=0,1}} P_{P_{4k+2j+i}} \cdot \left(\frac{x_{4 \cdot k + 2 \cdot j + (i+1) \bmod 2} - x_M}{x_{4 \cdot k + 2 \cdot j + (i+1) \bmod 2} - x_{4 \cdot k + 2 \cdot j + i}} \right) \times$$

$$\times \left(\frac{y_{4 \cdot k + 2 \cdot (j+1) \bmod 2 + i} - y_M}{y_{4 \cdot k + 2 \cdot (j+1) \bmod 2 + i} - y_{4 \cdot k + 2 \cdot j + i}} \right) \cdot \left(\frac{z_{4 \cdot (k+1) \bmod 2 + 2 \cdot j + 1} - z_M}{z_{4 \cdot (k+1) \bmod 2 + 2 \cdot j + 1} - z_{4 \cdot k + 2 \cdot j + i}} \right) \quad (1)$$

або ж

$$P_M(x_M, y_M, z_M) = \sum_{\substack{i=0,1 \\ j=0,1 \\ k=0,1}} P_{P_{4k+2j+i}} \cdot (1 - |x_{4 \cdot k + 2 \cdot j + i} - x_M|) \cdot (1 - |y_{4 \cdot k + 2 \cdot j + i} - y_M|) \cdot (1 - |z_{4 \cdot k + 2 \cdot j + i} - z_M|) \quad (2)$$

$$\text{якщо } \left| x_{4 \cdot k + 2 \cdot j + (i+1) \bmod 2} - x_{4 \cdot k + 2 \cdot j + i} \right| = \left| y_{4 \cdot k + 2 \cdot (j+1) \bmod 2 + i} - y_{4 \cdot k + 2 \cdot j + i} \right| = \left| z_{4 \cdot (k+1) \bmod 2 + 2 \cdot j + 1} - z_{4 \cdot k + 2 \cdot j + i} \right| = 1$$

На рисунку 1 надано графічну інтерпретацію виразів (1) та (2)

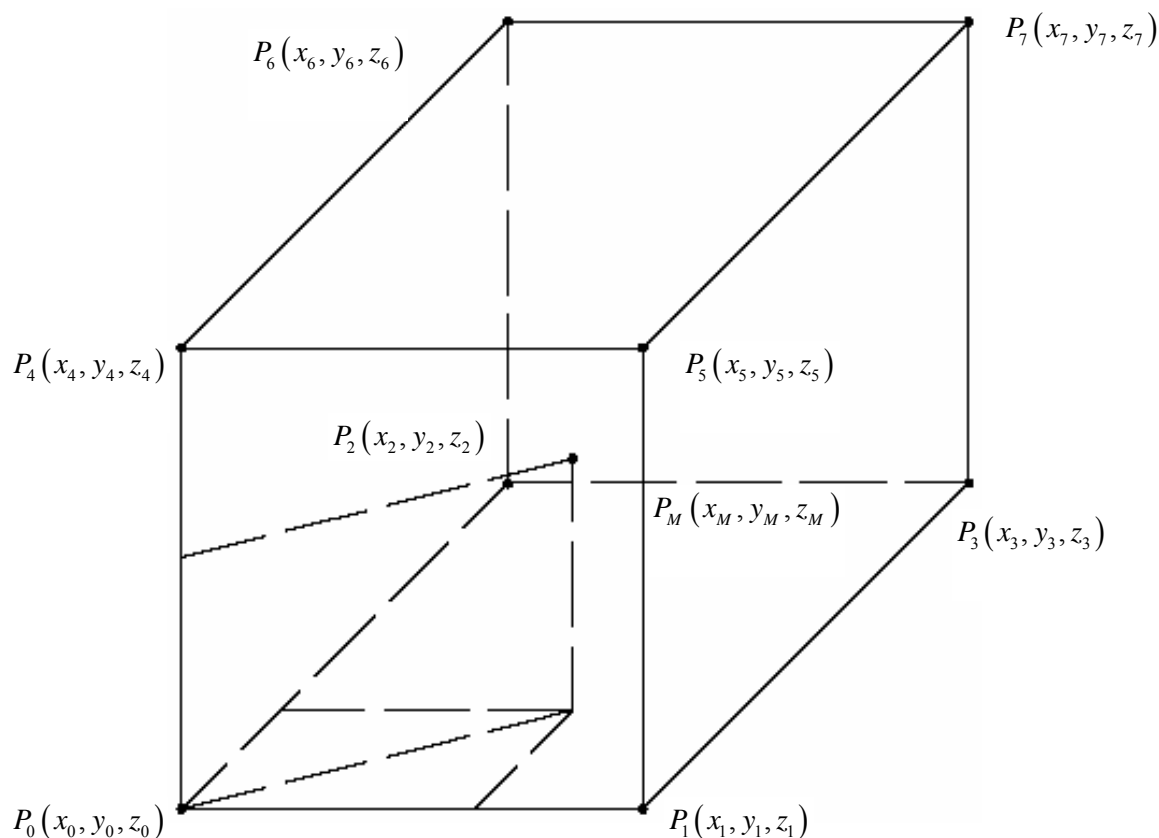


Рисунок 1 – Пояснення алгоритму інтерполяції для застосування до системи ренотації кольорів Манселла

Добудову системи ренотації кольорів Манселла до границь колірної тіла здійснено шляхом екстраполяції вихідних даних таким чином:

- на кожній лінії постійного колірної тону для кожної пари точок визначено кут нахилу до координатних осей та відстані між цими точками;

$$\alpha_i = \arctg \left(\frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} \right) \quad (3)$$

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

- визначено абсолютну зміну між кутами для сусідніх пар точок та відносну зміну відстаней між цими парами точок;
- лінійно екстраполюючи знайдені величини змін, побудовано лінії постійного колірної тону та знайдено координати точок перетину границі колірної тіла та ліній постійного колірної тону;
- визначено значення насиченості на границі колірної тіла для усіх значень яскравості та колірної тону за Манселлом.

Отримавши побудовану 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.

На рисунках 2 та 3 наведено приклад оцінювання якості кольоровідтворення для системи телебачення високої чіткості. На рисунку 2 побудовано трикутник кольорів, що можуть бути відтворені системами телебачення високої чіткості разом з проекцією границі колірної тіла у системі МКО 31, а на Рисунку 3 – відображення трикутника та границі у систему ренотації Манселла.

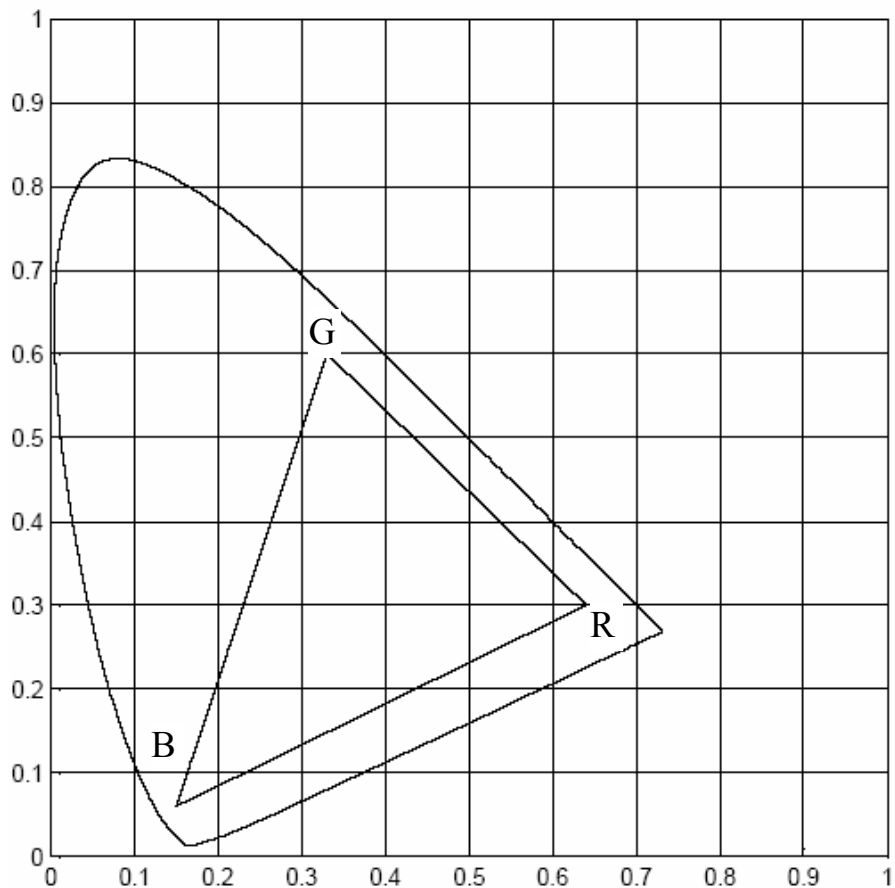


Рисунок 2 – Трикутник кольорів, що їх може бути відтворено системами телебачення високої чіткості

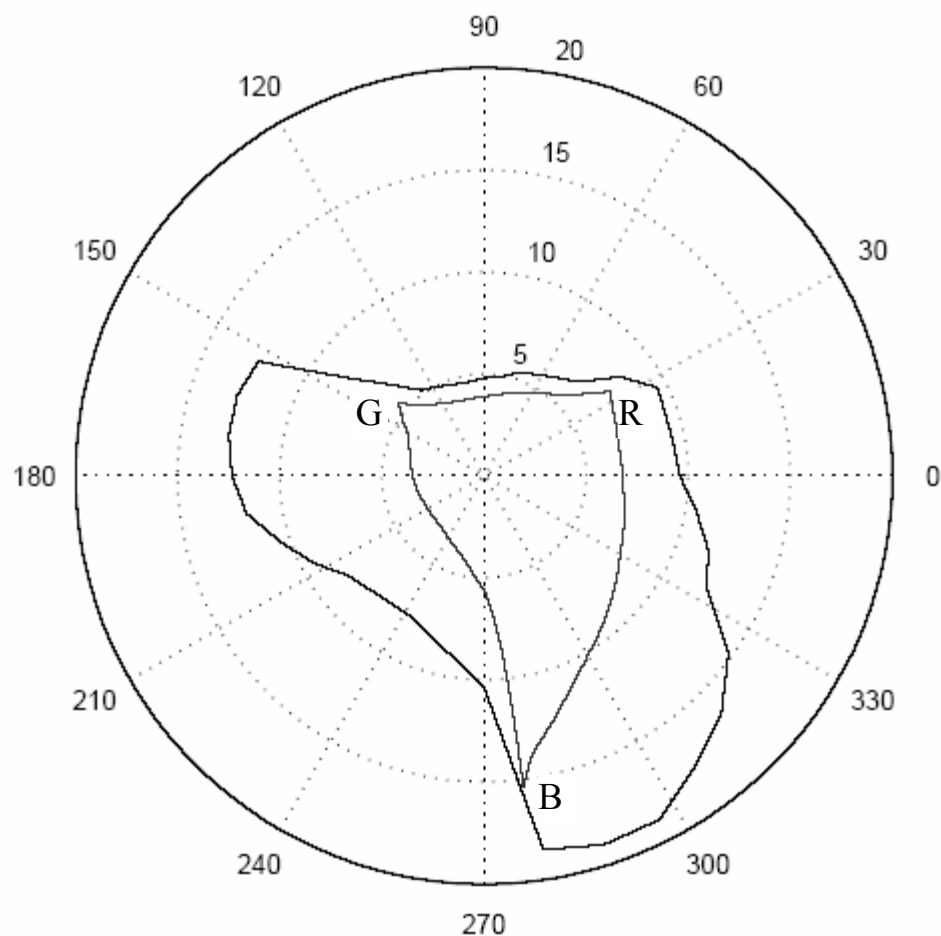


Рисунок 3 – Відображення трикутника відтворюваних кольорів та границі колірного тіла у систему ренотації кольорів Манселла

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 Phil Green, Lindsay MacDonald, Color Engineering Achieving Device Independent Color. John Wiley & Sons, Ltd, 2003. – 458 p.