

МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЛЬОРУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто елементи теорії кольору, проаналізовано методи визначення кольору. Запропоновано підхід до спрощення мікропроцесорного засобу для визначення кольору колориметричним методом.

Ключові слова: визначення кольору, колірні моделі, колірні координати, колориметр, колориметричний метод.

Abstract

Elements of color theory are considered, methods of color determination are analyzed. An approach to simplifying the microprocessor tool for determining color by the colorimetric method is proposed.

Keywords: color definition, color models, color coordinates, colorimeter, colorimetric method..

Вступ

Колір – це відчуття, що виникає у свідомості людини при дії на її зоровий апарат світлового випромінювання спектральноого діапазону від 380 нм до 760 нм. Точне та не залежне від наших відчуттів визначення кольору набуває сьогодні усе більш важливого значення у багатьох галузях: у харчовій промисловості, автомобілебудуванні, при виробництві паперу, виготовленні будматеріалів, полімерів, в поліграфії, на текстильних підприємствах, у сфері графічного дизайну [1].

Основи теорії кольору

Основою математичного опису кольору є експериментально встановлений закон Грассмана, відповідно до якого будь-який колір можна представити у вигляді суми певної кількості трьох лінійно незалежних кольорів — кольорів, жоден з яких не може бути отриманий як лінійна комбінація двох інших. Ці три лінійно незалежні кольори називають основним кольорами [1], [2].

Будь-який колір можна повністю охарактеризувати спектром пов'язаного з ним випромінювання, який визначає інтенсивність випромінювання окремих спектральних складових. Проте опису кольору за спектром випромінювання не є вдалим. Так, наприклад, відчуття жовтого кольору викликає випромінювання діапазону від 560 нм до 585 нм. З іншого боку зважена суміш червоного та зеленого випромінювань так само сприймається як жовтий колір, не зважаючи на те, що в ній відсутнє випромінювання у діапазоні від 560 нм до 585 нм. Отже, для визначення кольору за спектральним характеристиками необхідно враховувати вклад у зорове відчуття випромінювання тієї чи іншої ділянки спектра.

Врахувати спектральну чутливість зору людини дозволяють колірні моделі. Найбільш простою та очевидною для розуміння є колірна модель RGB. Як основні кольори в моделі RGB використовуються випромінювання з довжинами хвиль $R = 700$ нм, $G = 546,1$ нм і $B = 435,8$ нм. На рис. 1.1 представлені криві питомих координат r' , g' та b' кольору у моделі RGB, які відображають відносні кількості основних випромінювань, при якій їх суміш буде мати колір, аналогічний кольору монохроматичного випромінювання одиничної інтенсивності з довжиною хвилі λ . Ці криві отримали назву кривих додавання. Різні пристрої навіть одного і того самого типу, наприклад монітори, один і той самий колір відтворюють по різному, оскільки кожен з них має свої характеристики кольорів RGB. Крім того, ці можуть змінюватися з часом. Тому відтворювані різними пристроями одні і ті самі кольори можуть відрізнятися [3].

З графіків на рис. 1 витікає, що модель RGB не дозволяє відтворити кольори, які відповідають випромінюванням з довжинами хвиль від 440 нм до 550 нм. У цьому діапазоні графік для частки червоної складової знаходиться в області негативних значень. Це означає, що для отримання цих кольорів червону складову треба не додавати, а віднімати, що фізично не реалізуємо [9].

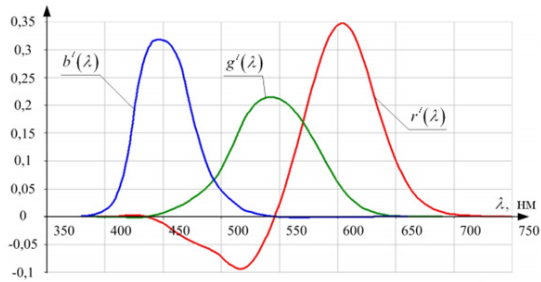


Рис. 1 — Криві додавання системи RGB

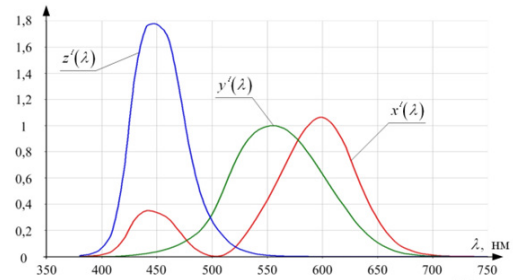


Рис. 2 — Криві додавання системи XYZ

Зазначених недоліків позбавлена модель XYZ, яка дозволяє точно відтворювати та передавати інформацію про колір в основу моделі XYZ покладено вимогу спрощення колірних розрахунків. Криві додавання моделі XYZ представлені на рис. 2 [3].

Мікропроцесорний засіб для визначення кольору

Сьогодні основними пристроями для контролю та визначення кольору є спектрофотометри та колориметри. Спектрофотометричні вимірювання засновані на принципі, відповідно до якого кожен колір можна описати за допомогою адитивного змішування спектральних кольорів. Відповідно до цього спектрофотометри працюють шляхом розкладання світла на вузькі спектральні смуги з подальшим визначенням енергії, що припадає на кожну з них [4].

Принцип дії колориметра подібний до сприйняття кольору людиною. Колориметр дозволяє визначити три складові кольору: червону, зелену та синю. Класичний підхід до побудови колориметра передбачає застосування кольорових світлофільтрів. Характеристика пропускання світлофільтрів підбирається так, щоб загальна спектральна характеристика чутливості пристрою збігалася з кривими додавання [4]. З іншого боку, не має різниці, де розташувати світлофільтр: на шляху променів, що освітлюють поверхню, або на шляху променів, що відбиваються від неї. В обох випадках інтенсивність випромінювання після його відбивання від поверхні буде пропорційна добутку спектрального коефіцієнта відбиття поверхні, який і визначає її колір, та спектрального коефіцієнта пропускання світлофільтра.

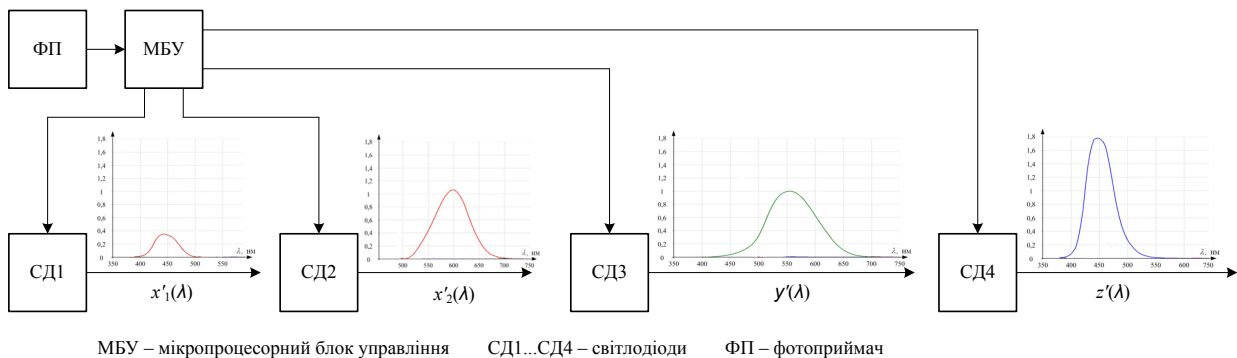


Рис. 3 — Вдосконалений мікропроцесорний засіб визначення кольору

Замість використання джерела білого світла з рівномірним спектром у видимому діапазоні та світлофільтрів пропонується використати джерела світла зі спектральними характеристиками, що відповідають кривим додавання. Це дозволяє обійтися без високовартісних компонентів, що забезпечують визначення інтенсивності випромінювання в окремих спектральних інтервалах видимого діапазону, як при спектрометричному методі, або без світлофільтрів зі складною спектральною характеристикою пропускання, як при колориметричному. Це дозволить спростити конструкцію засобу та знизити його вартість.

Оскільки криві додавання колірної моделі XYZ знаходяться в області позитивних значень, визначення колірних координат запропоновано здійснювати саме в системі XYZ. Світлові потоки

$x'(\lambda)$, $y'(\lambda)$ та $z'(\lambda)$ запропоновано отримувати за допомогою світлодіодів. Оскільки світлодіоди випромінюють у порівно вузьких спектральних інтервалах, для отримання світлового потоку, відповідного кривій додавання $x'(\lambda)$, яка має два максимуми, необхідно два світлодіоди. Запропонований підхід реалізовано у мікропроцесорному засобі, схема якого наведена на рис. 3.

Висновки

Запропонований підхід до реалізації колориметричного методу визначення кольору дозволяє спростити конструкцію пристрою та зменшити його вартість.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гавриляк М.С. Теорія кольору і кольороутворення / автор.: М.С. Гавриляк — Чернівці: Чернівець. нац. ун-тет, 2022, с. 263.
2. Колір аналіз. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.laboratuvar.com/uk/gida-analizleri/fiziksel-analizler/renk-analizi>.
3. Компьютерная графика. Цвет и цветовые модели. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://sites.google.com/site/komptergraf/cvet-i-cvetovye-modeli>
4. Спектрофотометр або колориметр. Що краще? [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://thermolab.net.ua/ua/a271490-spektrofotometr-ili-kolorimetr.html>

Пащенко Олександр Петрович — студент групи ІКІ-21м, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: alex0707000@gmail.com

Тарновський М. Г. — канд. техн. наук, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет

Pashchenko Oleksandr P. — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : Ivanov@sens.ua

Tarnovskyi Mykola H. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of Computer Engineering , Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.