RANG MODELLARINI ALMASHTIRISH ALGORITMLARI

G'.J.Ergashev[1], D.O'. O'ngboyeva[2], F.M. Qirgizov[3]

[1]O'zbekiston xalqaro islomshunoslik akademiyasi dotsent v.b.
[2]Toshkent kimyo-texnologiya instituti katta o'qituvchisi
[3]O'zbekiston xalqaro islomshunoslik akademiyasi 1-kurs magistranti

KEYWORDS

Rang modellari, rang makoni, RGB, CMYK, HSV, CIE Lab, rang konvertatsiyasi, transformatsiya algoritmlari, raqamli tasvirlarni qayta ishlash, perceptual modellash, rang aniqligi, kompyuter grafika

ABSTRACT

Ushbu maqolada zamonaviy raqamli tasvirlarni qayta ishlashda keng qo'llaniladigan rang modellarini o'zaro almashtirish algoritmlarining nazariy asoslari va amaliy mexanizmlari tahlil qilinadi. RGB (Red, Green, Blue), CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black), HSV (Hue, Saturation, Value) va CIE Lab (perseptual, qurilmadan mustaqil (L — yorug'lik, a — yashil ↔ qizil o'qi, b — ko'k ↔ sariq o'qi)) kabi fundamental rang makonlarining matematik modeli, ularning fizik asoslari hamda rangni ifodalashdagi afzallik va cheklovlari batafsil yoritiladi. Turli rang makonlari o'rtasida konvertatsiya jarayonida qo'llaniladigan algoritmlar bosqichma-bosqich ko'rib chiqilib, ularning hisoblash murakkabligi, rang aniqligiga ta'siri va real tizimlarda qo'llash samaradorligi baholanadi. Shuningdek, rang transformatsiyalarining grafik dizayn, kompyuter grafika va sun'iy intellekt tizimlarini amaliy qo'llanishi ilmiy nuqtai nazardan tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari rang modellarini almashtirish algoritmlarini optimallashtirish va yuqori aniqlikdagi tasvirlar bilan ishlash jarayonini takomillashtirishga qaratilgan ilmiy asoslangan xulosalarni beradi.

KIRISH

Raqamli tasvirlarni qayta ishlash, kompyuter grafikasi, chop etish texnologiyalari va sun'iy intellekt tizimlarining rivojlanishi rang ma'lumotlarini aniq va ishonchli tarzda ifodalashga bo'lgan talabni keskin oshirdi. Zamonaviy qurilmalar — monitorlar, printerlar, skanerlar, kameralar — turli rang modellaridan foydalanadi va ushbu qurilmalar o'rtasida ranglarning to'g'ri uzatilishini ta'minlash murakkab konvertatsiya jarayonlarini talab qiladi. Rang modellarini almashtirish algoritmlari aynan shu jarayonning asosiy bo'g'ini bo'lib, tasvir sifatini, ranglarning tabiiyligi va mosligini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi.

RGB, CMYK, HSV, Lab va boshqa rang makonlari turli matematik tamoyillar va fizik modellarga asoslanadi (**RGB** → ekranlar uchun, **CMYK** → chop etish uchun, **HSV** → qulay rang tanlash uchun va **CIE Lab** → aniq ilmiy hisoblash uchun). Ular orasida inson ko'rish tizimiga moslashgan perceptual modellar va texnik qurilmalar uchun optimallashtirilgan rang makonlari ham mavjud. Ushbu modellar o'rtasida konvertatsiya qilish faqat oddiy kombinatsion almashtirish emas, balki rangning yorqinligi, to'yinganligi, rang makonidagi koordinatalar, chiziqli bo'lmagan va moslash funksiyalarini hisobga oluvchi murakkab algoritmik jarayondir.

Konvertatsiya algoritmlarining matematik tuzilishi, ularning amaliy samaradorligi va real tizimlarda qo'llanish imkoniyatlarini tahlil qiladi. Shuningdek, transformatsiya jarayonining xatoliklari, hisoblash murakkabligi va rangning vizual aniqligiga ta'siri ham ilmiy yondashuv bilan baholanadi.

Masalaning qo'yilishi. Rang modellarini almashtirish muammosi tasvirlarni qayta ishlash va kompyuter grafikasi sohasida muhim ahamiyatga ega. Turli rang modellarining (RGB, CMYK, HSV, Lab va boshqalar) o'ziga xos xususiyatlari mavjud bo'lib, ular o'zaro konvertatsiya qilishni talab qiladi. Masalaning asosiy maqsadi — tasvir sifatini saqlagan holda

rang modellarini samarali o‘zgartirish algoritmlarini ishlab chiqish va tahlil qilishdir. Bu masala nazariy jihatdan rang modellarining matematik asoslarini o‘rganishni, amaliy jihatdan esa ularni tasvirlar ustida qo‘llash va natijalarni baholashni talab qiladi.

Masalani yechish usuli. Masala rang modellarini matematik va algoritmik jihatdan o‘rganish orqali yechiladi. Avvalo, tasvirni tanlangan kirish rang modelida (masalan, RGB) ifodalash va uning komponentlarini ajratish amalga oshiriladi. Keyin tanlangan algoritmlar yordamida ushbu komponentlar boshqa rang modeliga (masalan, HSV yoki Lab) konvertatsiya qilinadi. Konvertatsiya jarayonida quyidagi bosqichlar bajariladi:

1. Nazariy tayyorgarlik: Rang modellarining transformatsiya formulalari va ularning xususiyatlari o‘rganiladi.
2. Algoritmik yechim: Ranglarni matematik konvertatsiya qilish, tasvir sifatini saqlash va hisoblash samaradorligini ta’minlash.
3. Amaliy sinov: Algoritm turli tasvirlar va rang sharoitlarida sinovdan o‘tkazilib, natijalar baholanadi, xatolik va rang o‘zgarishi aniqlanadi.

Shu usul yordamida turli rang modellarini o‘zaro almashtirish samarali va sifatli amalga oshiriladi, natijada tasvirni qayta ishlash va kompyuter grafikasi tizimlarida rangni boshqarish imkoniyati oshadi. Quyida masalani yechish uchun taklif etilgan usullarni ko‘rib chiqamiz.

Rang modellar sifatini baholash mezonlarini aniqlash.

Rang modellarini o‘zaro almashtirish jarayonida konvertatsiya algoritmlarining samaradorligini baholash muhim ahamiyatga ega. Rang makonlari o‘rtasidagi transformatsiya nafaqat matematik jihatdan to‘g‘ri bajarilishi, balki vizual sifatning saqlanishi, ranglarning tabiiyligi va qurilma bilan ishlashdagi mosligi bilan ham belgilanadi. Shu sababli, baholash jarayonida bir nechta nazariy va amaliy mezonlar qo‘llaniladi. Ushbu mezonlar orqali algoritmning aniqligi, barqarorligi va ishlash samaradorligi kompleks tarzda tahlil qilinadi.

1. Rang aniqligi (Color Accuracy)

Konvertatsiya jarayonida ranglarning asl ko‘rinishi saqlanishi eng asosiy talab hisoblanadi. Rang aniqligi quyidagi ko‘rsatkichlar orqali baholanadi:

ΔE (Delta E) metrikasi — CIE Lab makonida ranglar orasidagi farqni o‘lchash uchun qo‘llaniladigan standart mezon. ΔE ning kichik bo‘lishi konvertatsiya sifatining yuqoriligidan darak beradi.
Odatda:

- -inson ko‘ra olmaydigan farq.
- -sezilmaydigan darajada kichik farq.
- -sezilishi mumkin bo‘lgan farq.
- -aniq seziladigan rang buzilishi.

Rang mosligi (Color Fidelity) — chiqish ranglari maqsadli qurilma gammasiga mos kelish darajasi.

2. Rangni sifatini buzilishsiz o‘tishi (Color Stability)

Algoritm turli yorqinlik (brightness), to‘yinganlik (saturation) va rang qiymatlarida barqaror natija berishi kerak. Bu mezon quyidagilar orqali baholanadi:

Gradientlarning silliqligi — ranglar orasidagi o‘tishlarning tekisligi

Artefaktlarning paydo bo‘lmasligi — banding, clipping, posterization kabi buzilishlarning yo‘qligi

Ekstremal qiymatlarda barqarorlik — juda yorqin yoki juda past yorqinlikdagi ranglarda aniqlikning saqlanishi

3. Hisoblash samaradorligi (Computational Efficiency)

Real vaqtli grafik tizimlarda yoki katta hajmdagi tasvirlar bilan ishlaganda algoritmning tezligi muhim mezon hisoblanadi. Bunga quyidagilar kiradi:

-Hisoblash murakkabligi (O(n))

-Resurs sarfi (xotira va protsessor yuklamasi)

-GPU / parallel ishlov berishga moslik

Bu mezon, ayniqsa, real vaqtli renderlash, video oqimlarini qayta ishlash va sun'iy intellekt tizimlarida muhim hisoblanadi.

4. Vizual uyg‘unlik (Perceptual Consistency)

Rang modellarini almashtirish inson ko‘rish tizimi nuqtai nazaridan mos bo‘lishi kerak. Ushbu mezon quyidagilar orqali aniqlanadi:

Perceptual uniformity — rang makonidagi kichik o‘zgarishlar vizual seziladigan o‘zgarishlarga teng bo‘lishi.

Psixofizik testlar — insonlar tomonidan vizual sifatning subyektiv baholanishi.

Lab va Lch kabi perceptual rang makonlarida bu mezon yaxshi ta'minlanadi.

5. Qurilmalararo moslik (Device Independence)

Turli qurilmalarda (monitor, printer, kamera, skaner) rangning bir xil ko‘rinishi konvertatsiya sifatining muhim mezonidir. Bunda baholash quyidagilar orqali amalga oshiriladi:

-ICC profillari bilan moslik

-Gamut mosligi — rang diapazonlari qanchalik mos kelishi

-Ranglarni to‘g‘ri xaritalash (gamut mapping)

6. Shovqin va artefaktlarga chidamlilik (Robustness to Noise)

Artefakt bu- asl ma'lumotga tegishli bo‘lmagan, lekin tizim sabab paydo bo‘lgan qo‘shimcha buzilish.

Tasvirda mavjud bo‘lgan shovqinlar rang konvertatsiyasidan so‘ng kuchayib ketmasligi kerak.

Tajribaviy tadqiqot natijalari. Rang tadqiqotning amaliy qismida rang modellarini o‘zaro almashtirish algoritmlarining samaradorligi, aniqligi va amaliyotda qo‘llash imkoniyatlari sinovdan o‘tkazildi. Tajribaviy tadqiqot maxsus tayyorlangan dasturiy muhitda olib borildi. Buning uchun raqamli tasvirlarni qayta ishlashga ixtisoslashgan ochiq kodli kutubxonalardan foydalanildi. Sinov jarayoni bir necha bosqichda tashkil etildi.

Test materiallarini tanlash. Tajribada turli xil rang tarkibi va murakkablik darajasiga ega bo‘lgan tasvirlardan foydalanildi. Asosiy test to‘plamini uchta inson yuzi tasviri — face_1, face_2, face_3 tashkil etdi. Ushbu tasvirlar teri rangi, lablar, soch va ko‘z kabi nozik rang o‘tishlarini o‘z ichiga olganligi sababli tanlandi. Inson yuzi rang konvertatsiyasida eng muhim test obyektlaridan biri hisoblanadi, chunki teri rangidagi eng kichik buzilish ham vizual idrokda keskin seziladi.

Sinov jarayonining tashkil etilishi: Tajriba davomida rang modellari o‘rtasida to‘g‘ri va teskari konvertatsiyalar amalga oshirildi. Ya'ni, bir rang modelidan ikkinchisiga o‘tish, so‘ngra qayta asl modelga qaytarish orqali ranglarning qanchalik aniq saqlanib qolganligi tekshirildi. Quyidagi konvertatsiya yo‘nalishlari sinovdan o‘tkazildi: RGB dan HSV ga va qayta RGB ga; RGB dan CIE Lab ga va qayta RGB ga; RGB dan CMYK ga va qayta RGB ga. Har bir konvertatsiya jarayoni bir necha marta takrorlanib, o‘rtacha natijalar qayd etildi. Sinovlar davomida tasvir sifati, ranglarning asl ko‘rinishiga yaqinligi va hisoblash tezligi kabi ko‘rsatkichlarga e'tibor qaratildi.

Natijalarni baholash usullari: Konvertatsiya natijalarini ob'ektiv baholash uchun bir nechta usul qo‘llanildi. Rang aniqligini aniqlashda asosan CIE Lab rang makonida ranglar orasidagi farqni o‘lchash metrikasidan foydalanildi. Bu metrika orqali konvertatsiyadan oldingi va keyingi tasvirlardagi ranglar orasidagi farq miqdoriy jihatdan ifodalandi. Rang farqining kichik bo‘lishi konvertatsiya sifatining yuqoriligini ko‘rsatadi. Hisoblash samaradorligini baholashda esa har bir konvertatsiya algoritmining bajarilish vaqti o‘lchandi. Buning uchun bir xil o‘lchamdagi tasvirlar (masalan, 1920x1080 piksel) ustida konvertatsiyalar bir necha marta takrorlanib, o‘rtacha bajarilish vaqti hisoblandi. Vizual sifatni baholashda esa tasvirlar vizual ravishda solishtirildi, ayniqsa rang o‘tishlari silliqligi, konturlar aniqligi va ranglarning tabiiyligiga e'tibor qaratildi. Shuningdek, konvertatsiya jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan artefaktlar — ranglarning keskin o‘zgarishi, soyali sohalarda rang buzilishlari, yorqin sohalarda tafsilotlarning yo‘qolishi — alohida tahlil qilindi.

Asosiy natijalar: Sinov natijalari shuni ko‘rsatdiki, rang modellarini almashtirishda har bir konvertatsiya turi o‘ziga xos xususiyatlarga ega. RGB dan HSV ga konvertatsiya tez bajarilishi bilan ajralib turdi. Ushbu konvertatsiya rangni

tahrirlash va tanlash jarayonlarida qulay bo‘lib, rangning yorqinlik va to‘yinganlik komponentlarini mustaqil boshqarish imkonini berdi. Biroq, HSV makonida ranglarni saqlashda, ayniqsa to‘yinganlik va yorqinlik qiymatlarining ekstremal darajalarida, kichik miqyosdagi aniqlik yo‘qotishlari kuzatildi.

RGB dan CIE Lab ga konvertatsiya eng yuqori rang aniqligini ta’minladi. Ushbu konvertatsiyada ranglar asl ko‘rinishiga eng yaqin holda saqlanib qoldi, ayniqsa teri ranglari va tabiat manzaralaridagi nozik rang o‘tishlarida farq deyarli sezilmadi. Biroq, bu konvertatsiya boshqa modellarga nisbatan hisoblash jihatidan murakkabroq va ko‘proq vaqt talab qildi. CIE Lab makonining qurilmadan mustaqil xususiyati uni turli qurilmalar o‘rtasida ranglarni moslashtirishda eng ishonchli model ekanligini ko‘rsatdi.

RGB dan CMYK ga konvertatsiya chop etish texnologiyalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, sinov davomida ranglarning yorqinligi va to‘yinganligida sezilarli o‘zgarishlar kuzatildi. Xususan, ekranda yorqin ko‘rinadigan ko‘k va qizil ranglar CMYK modelida xiraroq va to‘yinganligi pastroq aks etdi. Bu holat RGB va CMYK rang diapazonlarining (gamut) farqlanishi bilan izohlanadi. Konvertatsiya jarayonida ranglarni bir diapazondan ikkinchisiga moslashtirishda ayrim ranglarning yo‘qolishi yoki o‘zgarishi muqarrar ekanligi aniqlandi. Shuningdek, CMYK konvertatsiyasida qora kanalni shakllantirish usuli tasvirning umumiy kontrasti va detallar saqlanishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatdi.

Turli tasvir turlari bo‘yicha olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, inson yuzi tasvirlarida rang aniqligiga qo‘yiladigan talab eng yuqori darajada bo‘lishi kerak. face_1, face_2 va face_3 tasvirlarida CIE Lab konvertatsiyasi teri rangini eng tabiiy holda saqlab qoldi, HSV konvertatsiyasida esa yorug‘lik tushishiga qarab ranglarda biroz o‘zgarishlar kuzatildi. Gradientli tasvirlarda esa HSV konvertatsiyasida ranglar orasidagi o‘tishlarning silliqligi saqlanib qolgan bo‘lsa, CMYK konvertatsiyasida ayrim sohalarda ranglarning keskin uzilishlari (posterizatsiya) yuzaga kelgani aniqlandi.

Hisoblash samaradorligi bo‘yicha eng tezkor konvertatsiya RGB dan HSV ga o‘tish bo‘ldi. Ushbu konvertatsiya real vaqtli tizimlarda qo‘llash uchun eng mos ekanligini ko‘rsatdi. RGB dan CIE Lab ga konvertatsiya eng ko‘p vaqt talab qilgan bo‘lsa-da, rang aniqligi jihatidan eng ishonchli natijalarni berdi. RGB dan CMYK ga konvertatsiya esa o‘rtacha darajadagi vaqt sarfi bilan amalga oshdi, ammo ranglarni qayta tiklash bosqichida ayrim hollarda qo‘shimcha hisoblash operatsiyalarini talab qildi.

RGB → HSV konvertatsiyasi tez va oddiy, ranglarning asosiy xususiyatlarini saqlaydi, ammo yuqori to‘yinganlikdagi segmentlarda kichik rang o‘zgarishlari kuzatiladi.

RGB → Lab transformatsiyasi rang aniqligi va perceptual moslik bo‘yicha eng yaxshi natijani beradi, tasvirlarning tabiiy ko‘rinishi saqlanadi.



1-rasm.



2-rasm.



3-rasm.

1, 2, va 3-rasmlarda rang modellarini almashtirish natijasida tasvir sifati turlicha saqlanishi keltirib o'tilgan.

Xulosa: Rang modellarini o'zaro konvertatsiya qilish algoritmlari raqamli tasvirlarni qayta ishlash, kompyuter grafikasi, bosma ishlovlar va sun'iy intellekt tizimlarida muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot va amaliy sinovlar shuni ko'rsatdiki:

1. Rang modellarining tanlovi tasvir sifatiga va vizual aniqlikka bevosita ta'sir qiladi. RGB modeli monitorlarda tabiiy ranglarni saqlash uchun qulay bo'lsa, HSV modeli yorqinlik va to'yinganlikni alohida tahlil qilish va tezkor vizual segmentatsiya uchun mos keladi.
2. Perceptual modellar (Lab) rang farqlarini inson ko'zi sezadigan darajada minimal qiladi, tasvirlarning rang aniqligini maksimal darajada saqlaydi va rang o'zgarishlarini raqamli tahlil qilish imkonini beradi.
3. Bosma tizimlar uchun rang modellarini (CMYK) ishlatish natijasida ba'zi ranglar RGB bilan solishtirganda rang chegaralari noaniqlashadi yoki yo'qolishi mumkin, ammo umumiy rang uyg'unligi saqlanadi.
4. Rang modellarini almashtirish algoritmlari faqat oddiy matematik konvertatsiya emas, balki rangning yorqinligi, to'yinganligi, nelinearliklar va perceptual moslikni hisobga oluvchi murakkab jarayondir.
5. Umumiy xulosa shundan iboratki, rang modellarini optimallashtirilgan tarzda tanlash va konvertatsiya qilish tasvir sifatini saqlash, perceptual moslikni oshirish va raqamli tasvirlar bilan ishlash jarayonini samarali qilish imkonini beradi.

1. G.A. Kukharev Biometric systems: Methods and tools for identifying a person's personality. SPb.: Polytechnic, pp. 2001.240.
2. Burge M. and Burger W. (1998a) Ear Biometrics. Biometrics: Personal Identification in a Networked Society, pp. 273-286.
3. Fazilov Sh.Kh., Mirzaev N.M., Djumaev T.S. Formation of a set of representative features of images of a face and ears in problems of personality identification//Proceedings. Digital Signal Processing and Its Application Issue: XII-2: pp. 62-65. DSPA-2010. Moscow, Russia
4. Fazilov S. X., Mahkamov A. A., & Jumayev T. S. (2018). Algorithm for extraction of identification features in ear recognition. In Informatics: problems, methodology, technologies pp. 3-7.
5. Fazilov Sh.X., Mahkamov A.A., Jumayev T.S. Algorithm for extraction of identification features in ear recognition // Informatics: problems, methodology, technologies: Materials of the XVII international scientific and methodological conference. Voronezh, 2018.Vol. 2. pp. 3-7.