

Утицај начина мапирања гамута при конверзији боја слике на хроматичност и контраст

The Influence of Rendering Intents in Image Color Conversion on Chromaticity and Contrast

Марина Бабић, Ивана Томић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Студијски програм – ГРАФИЧКО ИНЖЕЊЕРСТВО И ДИЗАЈН

Кратак садржај – У раду је испитан утицај различитих начина мапирања гамута при конверзији боја слике на хроматичност и контраст. Конверзија је вршена из Display P3 простора боја у RGB и CMYK просторе различитих опсега. Резултати су показали да је промена хроматичности и контраста при трансформацији у циљне RGB просторе незначителна и не зависи од изабраног начина мапирања. Код конверзије у CMYK просторе боја постојале су значајне разлике, нарочито код контраста при коришћењу апсолутно колориметријског начина мапирања.

Кључне речи: начини мапирања, конверзија боја, простор боја, хроматичност, контраст

Abstract – In this work, the influence of different rendering intents used during image color conversion on its chromaticity and contrast was examined. The conversion was performed from the Display P3 color space to RGB and CMYK spaces of different gamut volumes. The results showed that changes in chromaticity and contrast during transformation to target RGB spaces were minor and independent of the selected gamut mapping method. Conversions to CMYK color spaces revealed notable differences, particularly in contrast when the absolute colorimetric rendering intent was used.

Keywords: rendering intents, color conversion, color space, chromaticity, contrast

НАПОМЕНА: Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Ивана Томић, ванр. проф.

1. УВОД

1.1. Опсеги боја и начини мапирања

Управљање бојама представља процес који осигурава конзистентан приказ и репродукцију боја на различитим уређајима као што су монитори, штампачи, скенери и сл. У овом процесу, главну улогу игра ICC профил, фајл који описује како се боје из једног простора боја (изборни простор) конвертују у други (циљни простор боја) [1, 2].

Сваки уређај има свој опсег боја (гамут), који представља максималан број боја који уређај може да прикаже и репродукује. Будући да опсеги боја могу бити различити, у пракси се приликом конверзије јавља проблем интерпретације боја које се налазе ван опсега простора у који се конверзија врши. За решавање овог проблема, у зависности од намере репродукције (природност, колориметријска тачност, максимално засићење и сл.), користе се четири стандардна начина мапирања гамута: перцептуално мапирање, мапирање са очувањем засићења, релативно колориметријско и апсолутно колориметријско мапирање [3, 4].

Перцептуални начин мапирања при конверзији из изворног у циљни простор боја мења све боје при чему се задржава визуелни однос између њих [4]. Примарно се користи у ситуацијама када треба задржати природност слике, као што је случај код конверзије фотографија [2,4,5].

Мапирање са очувањем засићења помера све боје до ивица циљног простора. На тај начин максимално се задржава засићење боја, док тон може бити знатно промењен [5]. Овај метод налази примену код репродукције рекламе и графикана, где је акценат примарно на засићењу, а мање на колориметријској тачности репродукције [2,4,5].

Релативно колориметријско мапирање осигурава да се боје прикажу што тачније колориметријски, тако што боју из изворног простора боја мапира у најближу боју унутар циљног простора. У овом случају долази до мапирање беле тачке изворног у циљни простор боја [4,5]. Апсолутно колориметријско мапирање следи исти принцип као релативно колориметријско, с том разликом да не долази до мапирање беле тачке већ њена боја и након трансформације одговара изворном простору боја [4,5].

Оба начина мапирања користе се у графичкој репродукцији, када је циљ постизање колориметријске тачности. Релативно-колориметријско мапирање примењује се при RGB-CMYK конверзији за штампу, док се апсолутна колориметрија користи код симулација изгледа боја тј. код екранског пробног приказа и пробног отискивања [2, 4].

1.2. Хроматичност и контраст

Хроматичност представља степен чистоће боје тј. квантитативну меру колико је боја чиста у поређењу са слично осветљеном белом површином [6]. За разлику од засићења не узима у обзир утицај светлине, већ прецизира колико је боја удаљена од неутралне сиве нијансе исте светлине. Самим тим обично се израчунава користећи *CIELAB a** и *b** вредности. Контраст дефинише однос између светлих и тамних делова слике, при чему већи контраст значи израженију разлику између светлих и тамних тонова. Контраст је од великог значаја за визуелну читљивост и утиче на атмосферу и перцепцију слике. Контраст се може рачунати на више начина, при чему су најчешће методе рачунања стандардна девијација светлине, *RMS* и Мајклсонов контраст [7].

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

2.1. Методологија рада

Експериментални део рада обухватао је избор фотографије, дефинисање простора боја у које се конверзија врши, спровођење конверзија из изворног у циљне просторе, одређивање хроматичности и контраста пре и након конверзије боја, као и анализу и дискусију резултата.

Фотографија коришћена за конверзије (слика 3а) изабрана је због високе хроматичности боја, као и због тога што садржи тонове коже који су најподложнији променама приликом трансформација вредности боја. Споменути тоналитет се сврстава у критичне боје приликом репродукције јер се у случају и незнатног повећања хроматичности и контраста репродуковани тонови коже опажају као неприродни, што има велики утицај на опажени квалитет слике.

Као изворни простор боја слике дефинисан је *Display P3* због великог гамута који га карактерише. За циљне просторе боја изабрани су: *ProPhoto RGB*, *Adobe RGB*, *sRGB*, *Coated FOGRA39* и *Uncoated FOGRA29*. Споменути простори су одабрани јер представљају стандарде који су најзаступљенији у радним токовима графичке репродукције. *ProPhoto RGB* се користи при конверзији фотографија широког опсега, *Adobe RGB* у припреми за штампу, док је *sRGB* апсолутни стандард за приказ боја на вебу, али и на оперативним системима уколико други простор боја није дефинисан [2,4]. С друге стране, *Coated FOGRA39* и *Uncoated FOGRA29* су стандарди за офсет штампу на премазним и непремазним подлогама, и представљају просечне опсеге споменутих процеса [2,4].

Такође, дати простори су дефинисани и узимајући у обзир њихове опсеге, јер *ProPhoto RGB* и *Adobe RGB* имају већи, док *sRGB*, *Coated FOGRA29* и *Uncoated FOGRA39* имају мањи гамут од изворног.

Конверзија вредности боја вршена је у програму *Adobe Photoshop 2025* (палета *Edit/Convert to Profile*). Опција *Black Point Compensation* била је укључена за све начине мапирања, осим за апсолутно колориметријски где то није могуће. Споменута опција мапира црну тачку изворног простора боја на најтамнију боју циљног простора, чиме се чувају детаљи у сенкама. Сlike су након конверзије чуване у *.tiff* формату без компресије, како не би дошло до губитка информација. Оригинална фотографија и фотографије након конверзија су преведене у *CIELAB* простор боја и израчунате су вредности хроматичности и контраста. У дате сврхе коришћен је код писан у *Python* програмском језику.

Хроматичност је најпре одређена за сваки пиксел путем формуле (1):

$$C^* = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (1)$$

Где је:

a – позиција боје на црвено-зеленој хроматској оси

b – позиција боје на плаво-жутој хроматској оси

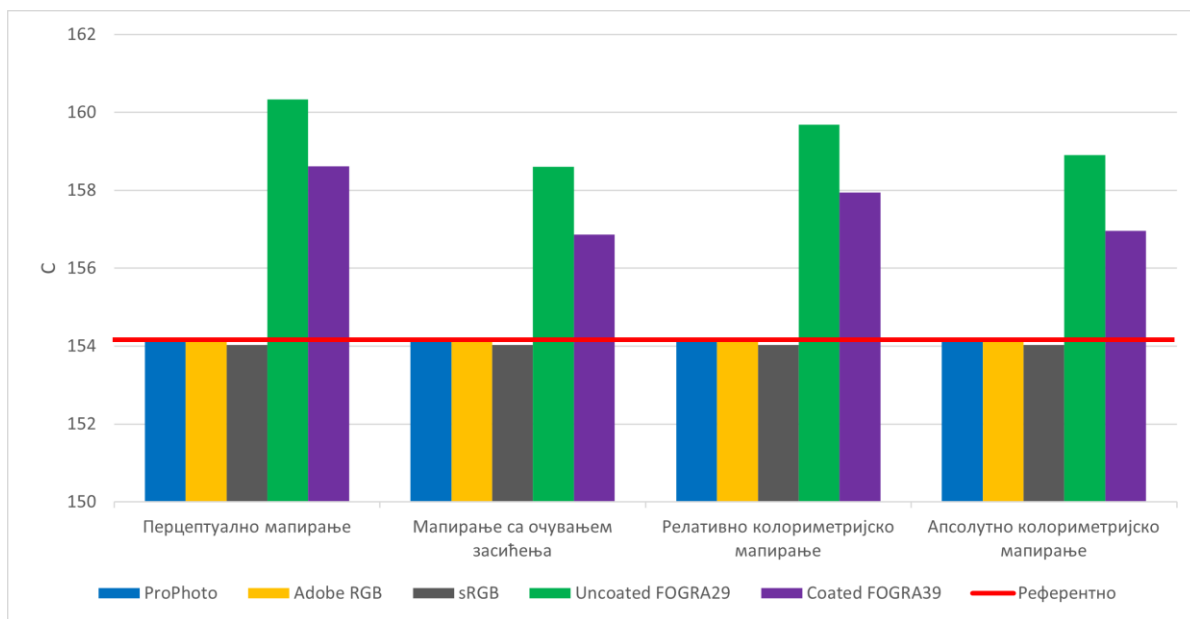
Хроматичност слике дефинисана је као средња вредност хроматичности свих њених пиксела.

Контраст је дефинисан као стандардна девијација канала светлине (*L**). У наставку су приказани и дискутовани добијени резултати.

2.2. Резултати и дискусија

На слици 1 приказана је промена хроматичности након конверзије у изабране просторе боја применом сва четири начина мапирања. Може се приметити да је до најмањих промена дошло при конверзији у *ProPhoto RGB* и *Adobe RGB* просторе боја, што значи да су ови простори боја довољно велики и обухватају цео гамут изворног простора. До нешто већих промена дошло је при конверзији у *sRGB*, што је очекивано с обзиром да је у питању простор мањег гамута. Ипак, ове промене су минималне и не утичу на опажену хроматичност слике.

Најагресивније промене су видљиве при конверзији у *Uncoated FOGRA29* и *Coated FOGRA39* просторе боја. Оба простора боја су значајно мања од изворног, па приликом мапирања гамута долази до великих компензација. Највећа промена хроматичности уочљива је при конверзији у *Uncoated FOGRA29* простору боја при перцептуалном начину мапирања. До оваквог пораста у хроматичности за *Uncoated FOGRA29* и *Coated FOGRA39* просторе боја долази због тога што су оба простора значајно мања од изворног и цео гамут се помера ка најзасићенијим тачкама унутар доступних гамута.

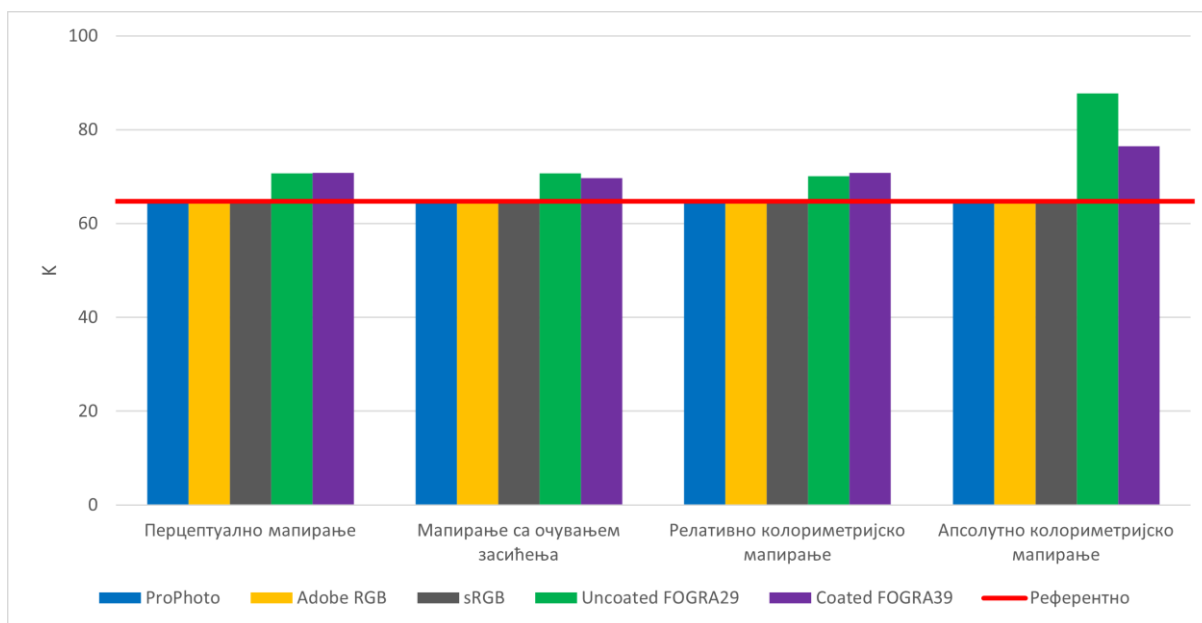


Слика 1. Промена хроматичности слике пре (референтно) и након конверзија

На слици 2 приказана је промена контраста након конверзије у изабране просторе боја применом сва четири начина мапирања. Може се уочити да се најмање промене контраста јављају приликом конверзије у *RGB* просторе боја, а највеће у случајевима када су циљни простори боја *CMYK*.

До малих промена при конверзији у *RGB* просторе долази због благих промена светлине. Као и у претходном случају, највеће промене су уочљиве у случају *sRGB* простора, који има и најмањи опсег. Промене су минималне и не утичу на опажени контраст слике, што је установљено и визуелним проценама слике након конверзије.

При конверзији у *Uncoated FOGRA29* и *Coated FOGRA39* просторе боја долази до пораста контраста за све начине мапирања, при чему је промена нарочито изражена у случају апсолутно колориметријске конверзије. До знатног повећања контраста у овом случају долази због тога што споменути начин мапирања не прилагођава белу тачку изворног простора. То значи да се оригинална бела тачка задржава и након конверзије вредности боја, а како се мапира и црна боја тамни тонови постају још тамнији, чиме долази до ширења динамичког опсега, односно повећања контраста. На сликама 3 и 4 су приказане фотографије након конверзије, где се коментарисане промене и визуелно уочавају.



Слика 2. Промене контраста слике пре (референтно) и након конверзија



Слика 3. Приказ а) оригиналне слике у Display P3 простору боја и б) слике након конверзије у Coated FOGRA39 простор боја са апсолутно колориметријским мапирањем



Слика 4. Приказ а) оригиналне слике у Display P3 простору боја и б) слике након конверзије у Uncoated FOGRA29 простор боја са апсолутно колориметријским мапирањем

3. ЗАКЉУЧАК

У овом раду је испитано како различити начини мапирања при конверзији из изворног RGB простора боја у различите циљне просторе, утичу на контраст и хроматичност слике. Као изворни простор боја коришћен је *Display P3*, док су као циљни коришћени различити стандардни *RGB* и *CMYK* простори.

На основу анализа у експерименталном делу рада, показано је да на хроматичност и контраст слике утичу циљни простор боја и начин мапирања.

При конверзији у *RGB* просторе боја (*ProPhoto RGB*, *Adobe RGB*, *sRGB*) промене хроматичности и контраста са променом начина мапирања биле су минималне. То се може објаснити незнатним разликама у опсезима боја, као и чињеници да се бела тачка већине простора приликом конверзије није мењала.

Са друге стране, при конверзији у *CMYK* просторе боја (*Uncoated FOGRA29*, *Coated FOGRA39*) примећене су значајне промене, нарочито код апсолутно колориметријског мапирања. Овај метод мапирања довео је до значајног повећања контраста, што је последица задржавања позиције беле тачке и ширења динамичког опсега. Такође код споменутог начина мапирања дошло је и до значајног раста хроматичности.

Укупно посматрано, највеће одступање је примећено при конверзији у *Uncoated FOGRA29* простор боја. Због веома малог гамута, овај простор боја проузрокује највеће промене хроматичности и контраста слике.

Резултати рада указују на значај избора адекватног начина мапирања при конверзији вредности боја из *RGB* у *CMYK*, како би се слике након конверзије адекватно репродуковале у штампани.

ЛИТЕРАТУРА

[1] <https://www.argyllcms.com/doc/ColorManagement.html>. (приступљено у октобру 2025.).

[2] P. Green, “*Color Management Understanding and Using ICC profiles*”, John Wiley & Sons, Ltd, 2010.

[3] A. Sharma, “*Understanding Color Management*”, John Wiley & Sons Ltd., 2004.

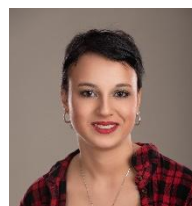
[4] J. P. Homann, “*Digital Color Management Principles and Strategies for the Standardized Print Production*”, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010.

[5] <https://www.permajet.com/blog/rendering-intents-explained/?srsltid=AfmBOOpc5WteUqDpsESVvdVQUcCClIvvPycndYj-3LyFTgSsI4UuQgGH4>. (приступљено у септембру 2025.).

[6] <https://munsell.com/color-blog/difference-chroma-saturation/>. (приступљено у септембру 2025.).

[7] <https://www.learningwithexperts.com/blogs/articles/taking-control-of-contrast-saturation-and-sharpness?srsltid=AfmBOOpbKaCi6rYW05vwbf5-ej63GZ7kXFqyxibIAPdIgfLd6PHkEi39>. (приступљено у септембру 2025.).

Кратка биографија:



Марина Бабић рођена је у Новом Саду 2001. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области графичког инжењерства и дизајна одбранила је 2025. год.

Контакт: maki01.ns@gmail.com