

ОЦЕНКА НА ТОЧНОСТТА НА ЦВЕТОВЪЗПРОИЗВЕЖДАНЕ НА ТОНЕРНИ ПРИНТЕРИ ЧРЕЗ СОФТУЕРНА ЦВЕТОПРОБА И ВИЗУАЛНИ СРАВНЕНИЯ

ASSESSMENT OF THE ACCURACY OF COLOR RENDERING OF TONER-BASED DIGITAL PRINTERS USING SOFT-PROOFS AND VISUAL COMPARISONS

Vladimir Kamenov

*Department of Mechanical Engineering, Technical University - Sofia, Bulgaria,
E-mail:vladokamenov@tu-sofia.bg*

Abstract. Normal production practice in digital printing is after proper calibration, characterization, profiling of each color laser printer and possible evaluation of the generated individualized color profiles to start printing real design projects directly. A modification of the process is applied in the present study - specialized test pages have been printed and analyzed instead of real design projects. The article shows the results of a color toner printer study using a soft-proofing method and subsequent visual comparison of actually printed test pages to evaluate its color rendering quality.

Keywords: color management, ICC printer profile, color quality, soft-proof.

1. Въведение

След коректно настройване, калибриране, характеризиране и профилиране на всеки цветен лазерен принтер и последваща оценка на генерираните индивидуализирани цветови профили [1] следва логичната стъпка да се пристъпи към отпечатване на реални дизайнерски проекти, както е нормално в производствената практика. В настоящото изследване тази стъпка е осъществена с една модификация – вместо реални дизайнерски проекти са отпечатани и анализирани специализирани тестови страници. Тези страници са създадени да изследват специфични слабости и характеристики на печатния процес за всеки конкретен принтер. В тях има тестови елементи за разделителна способност, възпроизвеждане на паметни цветове (синьо небе, кафяво дърво, червен домати, жълт банан, европейско и азиатско лице, стомана, пастелни тонове и т.н.т), растерови образи (снимки), векторна графика, шрифтове, чисти процесни цветове, богат черен цвят (rich black) и други. Освен това тестовите страници са дефинирани в различни цветови пространства – LAB, CMYK, RGB и комбинации от тях. Нещо повече – някои страници имат, а други нямат вградени цветови профили, други имат само т.нар. „output intent“, а трети имат комбинация от данни в

RGB формат и CMKY данни без вграден профил, но сепарирани към определен офсетов output intent. Цялото описано разнообразие от тест страници цели възможно най-пълно да изпита възможностите за качествен цветен печат на използваните в практиката принтери. Някои от тест страниците имат за цел да изпитат възможностите на цветовете съвърши за работа със стандартизирани по ISO PDF-X файлове от различни версии. Независимо от вида на отпечатваната страница винаги е полезно тя първо да се оцени числено (колориметрична точност на възпроизвеждане), а след това и да се направи визуална оценка (субективна оценка).

2. Числена оценка на цветопрдаване с използване на софтуерна цветопроба

Извършена е числена оценка на точността на отпечатани тестови страници с използване на софтуерна цветопроба. Анализът на образи директно от екран е един от най-трудните методи, защото е необходимо да са изпълнени много изисквания на съответния ИСО стандарт за условия за наблюдение и сравнение на цветни оригинали. Настоящото изследване използва специализирана лаборатория и извършеният анализ на образите има голяма степен на достоверност. Оригиналните образи са наблюдавани на калибрирани и профилирани висококачествени дисплеи, а отпечатаните страници се поставят в сертифициран по ИСО осветителен шкаф. Околното осветление и цвета на стените, тавана и пода в лабораторията също изпълняват изискванията на ИСО. По този начин се постигат оптимални условия за адаптация на очите на наблюдателя и към компютърния дисплей и към специално осветения печатен оригинал. Описаният метод на работа е приложен и при субективния анализ на образи [2]. При тази оценка, тестови страници, подготвени за печат, са визуализирани на дисплей и с помощта на специализиран софтуер ColorThink Pro е направена софтуерна цветопроба със последващ числен анализ на установените цветови разлики между оригиналните цветове и тези, които съответният профил предвижда, че ще се отпечатат на изследваната комбинация от принтер и хартия. Стойностите се визуализират и като векторни цветови разлики в LAB пространството.

Софтуерна цветопроба може да се извърши чрез няколко софтуера в реалните работни процеси – например във Фотошоп. Работата с този вид цветопроба изисква много добро познаване на изследвания оригинал, за да може само визуално да се оценят всички малки нюанси и промени в цветопрдаването при симулацията. Обикновено такова познаване на образа имат само неговите автори – дизайнери. Друг възможен вариант за софтуерна цветопроба е да се използват вградените инструменти на Adobe Acrobat Pro – output preview. Тук акцентът не е върху цветовете, които са избън гамата на изходното устройство, а върху чисто процесни показатели като количество използвано мастило за печат в дадена област от оригинала.

За да може всеки специалист по предпечатна подготовка ефективно да обработва оригинали за печат и бързо да добива представа за колориметричните преобразувания, които ще настъпят при печат и то в количествен и визуален аспект, е необходимо да се ползва специализиран софтуер – ColorThink Pro. На фиг.1 са показани използваните за колориметричния и визуален цветопробен анализ тестови страници.



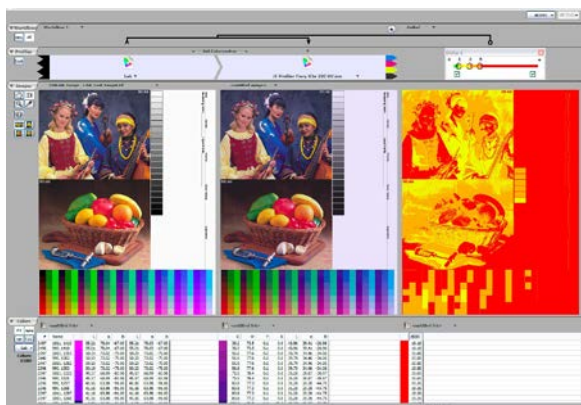
Фиг.1 – Тестова страница I (ляво), дефинирана в LAB пространство, представляваща трудна цел за печат, защото съдържа много наситени цветове извън гамата на много лазерни принтери. Тестова страница II (дясно), дефинирана в CMYK цветово пространство, с прикачен стандартен офсетов профил за печат coated Fogra39

Фигури 2-9 показват процеса на софтуерна цветопроба и последващ графичен векторен анализ на резултатите за тестова страница I. Страниците преминават през следните трансформации: тестов образ, дефиниран в LAB пространство, е преобразуван колориметрично в съответното изследвано принтерно пространство (дефинирано от съответния генериран профил), като важният момент тук е използвания при цветовото преобразуване метод за работа с цветовете извън гамата на изходния профил (rendering intent). Първо е извършена оценка при абсолютен метод, а след това при релативен метод, след това е създадена графика на изчислените делта E2000 цветови грешки, кодирана чрез интензитетна цветна скала. Върху образа е наложена измервателна мрежа от 50x50 позиции. Във всяка позиция се измерва съответния попадащ цвят от образа и се съставя списък на цветовете.

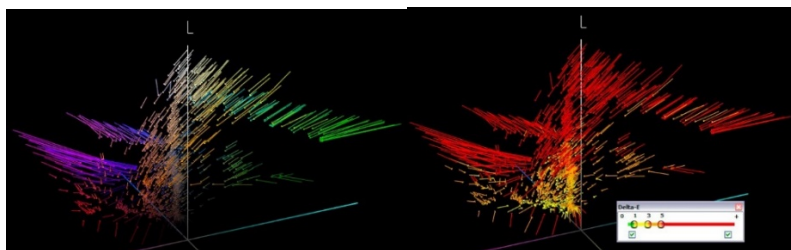
Изчислената цвятска грешка за списъка от 2500 цвята се визуализира като векторна разлика в 3D пространството. В точка 3 тези страници са анализирани визуално (субективно) от обучен наблюдател в стандартизирани условия за наблюдения. По този начин е извършен пълен анализ на използваните тестови образи – числен и субективен. В настоящото изследване е използван цветен тонерен LED принтер Konica Minolta Bizhub C350, снабден с цвятска сървър. При оценката на цвятска възпроизвеждането на цвятска сървър - EFI Fiery X3e 22C-KM са използвани два генерирани цвятска профила i1Profiler Fiery X3e 22C UV и Fiery Profiler Suite X3e 22CUV за да се оцени влиянието на различните софтуерни пакети при профилиране на сървъра. Изчисленията са направени за два „rendering intent“-а.

Фиг.2– Цветова трансформация и грешки за профил i1Profiler Fiery X3e 22C UV при absolute rendering intent (максимална грешка = 16.18)

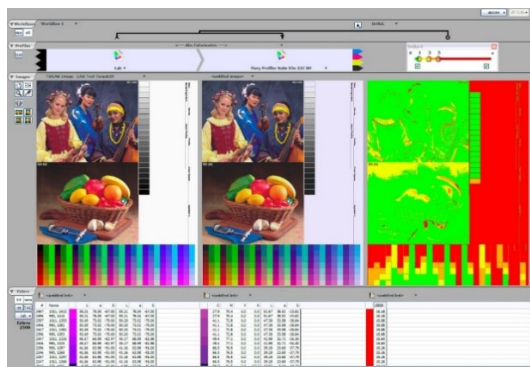
Фиг.3 – Изчислени векторни разлики в реални цветове и цветово кодиране на грешката



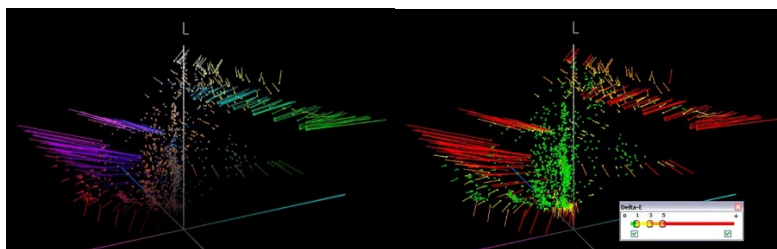
Фиг.4 – Цветова трансформация и грешки за профил i1Profiler Fiery X3e 22C UV при relative rendering intent (максимална грешка = 16.18)



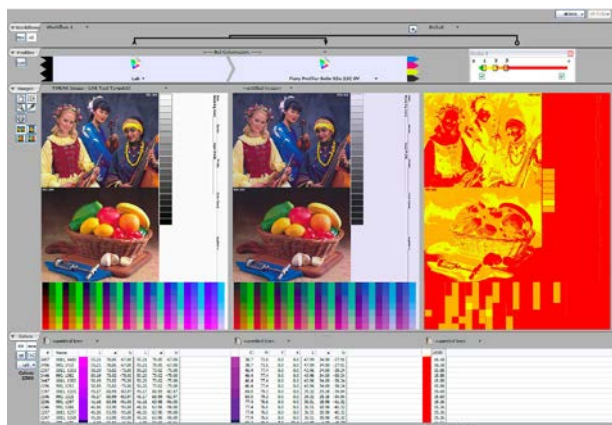
Фиг.5 – Изчислени векторни разлики в реални цветове и цветово кодиране на грешката



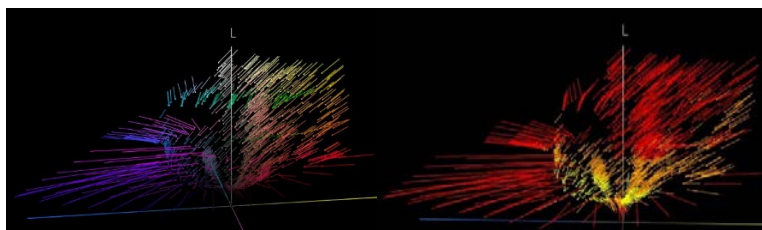
Фиг.6 – Цветова трансформация и грешки за профил Fiery Profiler Suite X3e 22CUV при absolute rendering intent (максимална грешка = 16.18)



Фиг.7 – Изчислени векторни разлики в реални цветове и цветово кодиране на грешката



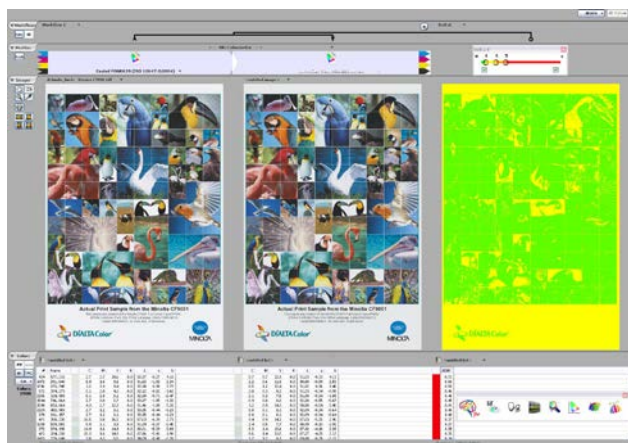
Фиг.8 – Цветова трансформация и грешки за профил Fiery Profiler Suite X3e 22CUV при relative rendering intent (максимална грешка = 16.18)



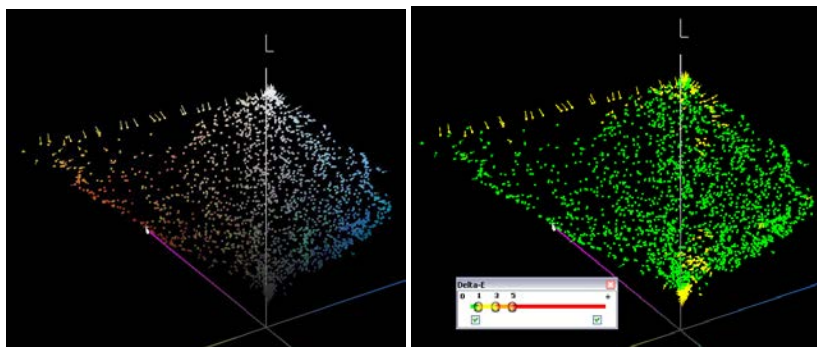
Фиг.9 – Изчислени векторни разлики в реални цветове и цветово кодиране на грешката

След анализа на тестова страница I, дефинирана в LAB пространство е извършен колориметричен анализ на софтуерна цветопроба спрямо тестова страница II (фиг.10-11), дефинирана в CMYK пространство и с прикачен

стандартен офсетов цветови профил coated Fogra 39 за да се симулира един реален сценарий на работа в практиката – дизайнерите подготвят даден проект, директно сепариран за стандартен печатен процес, например офсет. При малки тиражи е все по-изгодно такива проекти да се отпечатват на дигитални преси, управлявани от цветови сървъри. Оттук следва и нуждата такъв работен процес да се изследва за колориметрична точност. Докато изследвания тестов образ от предходните фигури буквално изпитва цвето предаването на принтерите до максимална степен, следващият тестови образ е много по-близък до реално достижимите цветове на офсетов печат и тестът се превръща в анализ на възможностите на даден принтер и сървър да достигат цветовите възможности на определен стандарт за офсетов печат. Този анализ подхожда малко по-различно при изчисляването на цветовите разлики при колориметричните преобразувания, понеже на предходните фигури е установено, че голяма част от показаните грешки се дължат на разлики в бялата точка, и понеже окото има механизми за справяне с тези грешки, тук изследваните цветове от тест образа са получени по друг начин. Чрез софтуер ColorThink Pro, всички уникални цветове в тестовия образ (фиг.1 дясно) са идентифицирани. Съставени са цветови списъци, от които е изграден нов тестов образ. Той е колориметрично преобразуван в изходното пространство за печат и е изчислена цветовата разлика с оригиналния списък. На финала са построени векторни графики на цветовите отмествания на списъците с цветове. По този начин е избегнато включването на бялата точка на образа в цветовите грешки. При това изследване е изпитван само един профил за принтера и само с един rendering intent, поради голямата изчислителна сложност на метода (60 398 уникални цвята в тестовия образ)



Фиг.10 - Fiery X3e 22C цветови сървър - визуална софтуерна цветопроба и извличане на уникалните цветове от образа



Фиг.11 - Fiery X3e 22C цветови сървър – изчислени векторни цветови разлики

3. Субективна оценка на отпечатани тестови образи

Тестовите образи на фиг.1 ляво (условно наречен ИСО образ) и дясно (условно наречен офсетов образ) са отпечатани на изследвания принтер, като стр. I е отпечатана с пълните възможности на принтера, а тест стр. II е отпечатана чрез симулация на офсетов печат спрямо спецификацията Coated Fogra 39.



Фиг. 12 - Процес на субективно оценяване на тестовите образи в лабораторията

Отпечатаните страници са поставени в стандартизиран осветителен шкаф Just Normlicht Color Communicator 1, симулиращ дневна светлина D50. Яркостта на осветлението е измерена със спектрофотометър и е настроена да отговаря на измерената яркост на лабораторния дисплей – 120cd/m².

Дисплеят е калибриран и профилиран, условията за наблюдение в лабораторията са спрямо изискването на ISO3664:2009. Опитният наблюдател е престоял в тези условия поне 30мин и се е адаптирал към тях. Извършваният тест представлява директно сравнение на екранен оригинал и печатен оригинал. За по-точна оценка при сравненията на цветовете се използва специален шаблон, изработен от черен непрозрачен картон, с изрязан в него правоъгълен отвор, в който попада текущата сравнявана цветова зона от екранния оригинал и от отпечатаната страница в осветителния шкаф. По този начин се изолира влиянието на околните цветове на образа и се постига по-точна представа за точността на цвето възпроизвеждане. На фигура 12 е показан процесът на субективно оценяване на тестовите образи в лабораторията.

4. Анализ на резултатите и заключения

4.1 Числен колориметричен анализ със софтуерна цветопроба стр. I и II

За тестова страница I, и при двата изследвани цветови профила, при абсолютен метод се наблюдава по-добро цвето предаване на образите спрямо предходно изследван от автора сървър, като значими отмествания има само в най-наситените цветове от скалата под образа, но тези цветове така или иначе са извън гамата дори и на офсетов печат и тяхната точна репродукция е почти невъзможна при печат с четири мастила. Очевидно се наблюдава влиянието на по-малко износените механизми на принтера, управляван от изследвания сървър. Очаква се качеството на печат да е на високо ниво. При анализа чрез релативен метод по дефиниция цветовете отмествания са по-големи, защото оригиналът има много различна бяла точка от копието и методът изисква трансформация на всички цветове за да се отчете този факт. Съответно изчислените грешки са много големи, но трябва да се има пред вид, че голяма част от тях се дължат на бялата точка на образа, и че при реално отпечатване на този образ и визуална оценка тези грешки ще отпаднат, защото човешкото око има механизми за адаптация към бялата точка на даден образ, които ще доведат до напълно коректно възприемане на цветовете му (доколкото изчислените цветови грешки, не дължащи се на бялата точка са близки или по- малки от делта E2000 =5 единици). В случая образът ще бъде отпечатан достоверно. За тестова страница II може да се направи извода, че изследвания цветови сървър ще отпечата почти идеално копие на тестовата страница, при абсолютен метод на трансформация на цветовете, със симулация на цвета на хартията на офсетовия профил (влиянието на бялата точка на хартията е изключено).

4.2 Субективен сравнителен анализ на тест страница I

Общият цветови баланс на образа е на много добро ниво. Общата наситеност на цветовете дори малко надхвърля тази на оригинала, но това може да се дължи и на флуоресценцията на печатната хартия. При образа с

трите жени цвета на кимоното на средния модел е идентичен с оригинала. Фонът зад моделите (драперията) обаче е със съвсем друга цветова тоналност – син оттенък, докато в екранния оригинал той е в по-топлата гама. Наситеността на жълтите и червените тонове е много добра (корсета на левия модел). Кафявият контрабас има малко повече магента отколкото при оригинала, но като цяло е правилно визуално възпроизведен. Цветът на телесните тонове (лицата на моделите) е много близък до оригинала, без отклонения в цветовия тон. При натюрморта се наблюдава много по-точно цветопрераждане на кафявата гама спрямо друг изследван съвър – Fierey X3e 8M, например в кафявата драперия зад кошницата с плодове. Металният елемент (тирбушон) също е правилно предаден както и тюркоазената кърпа под него. Като цяло цветовата гама и наситеността на цветовете тук са по-големи и водят до по-правилно цветопрераждане на образа. Ахроматичната скала в дясно на образите също е много добре балансирана с леко отклонение в студената гама поради флуоресценцията на хартията и слабости единствено в най-светлите градации. При синтетичната скала наситеността на цветовете се доближава до оригинала, като само най- наситените сини, зелени и червени тонове не могат да се отпечатаат правилно, но това е нормално.

4.3 Субективен сравнителен анализ на тест страница II

В хроматичната област, на по-общ план се наблюдава много близко с оригинала възпроизвеждане на цветовете, с малки отклонения в рамките на приемливото на цветовия интензитет (наситеност) предимно в червения и оранжевия цвят. В синята област отклоненията са по-малки. Най-големите отклонения се наблюдават в някои части на образа при топлите червени и наситени оранжеви цветове (изграждани от магента и жълт тонер). При зелените цветове също се наблюдават отклонения към по-студена област (по-малко жълт компонент), вероятно отново дължащи се на хартията. В ахроматичната област (неутралните и близките до неутрални цветове) се наблюдават отклонения към по-студени цветове, но този ефект вероятно е визуален, дължащ се на избелената хартия на копието.

Литература

1. Izsledvane na vliyanieto na harduerni rasterovi protsesori (RIP) varhu kachestvoto na tsveten pečat na poligrafski tsvetoprobni sistemi, TU-Sofiya proekt № 171PR0012-06, 2017g.
2. Fogra soft-proof handbook
3. ISO 15076-1 - Image technology colour management
4. Media standard print 2016 - technical guidelines for data, proof and production run printing
5. <https://www.chromix.com/colorthink/>
6. <https://www.fogra.org/en/fogra-standardization/a-standardization.html>