

1) Temat

Techniczne aspekty digitalizacji obiektów bibliotecznych

2) Zakres standardu

Opisany tu zalecany sposób postępowania wchodzi w zakres działań mających na celu ocenę parametrów sprzętu digitalizacyjnego, a co za tym idzie wytworzenie kopii cyfrowych o jakości najlepiej odpowiadającej potrzebom.

Poza opisem pozostają zasady konserwatorskie, organizacja procesu digitalizacji, opatrywanie obiektów cyfrowych metadanymi. Zainteresowanych tymi kwestiami kierujemy do publikacji pod redakcją Dariusza Paradowskiego, „Digitalizacja piśmiennictwa”.

3) Powód opublikowania standardu

Zgodnie z zaleceniami formułowanymi przez licznych autorów niezbędne jest aktualizowanie standardów, między innymi ze względu na postęp techniczny. W ramach prac Centrum Kompetencji działającego na podstawie na mocy decyzji Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego przy Bibliotece Narodowej przygotowano niniejszy dokument odnoszący się do wybranych treści zawartych w podstawowej dotychczas publikacji „Digitalizacja piśmiennictwa”. Poruszamy tu w możliwie przystępny sposób kwestie związane z obiektywizacją oceny parametrów urządzeń digitalizacyjnych.

4) Wstęp

W przypadku prowadzenia oceny jakości digitalizacji przez ludzi, na podstawie ich zmysłów, nie można zapewnić zadowalającej powtarzalności, co spowodowane może być zmiennymi warunkami otoczenia, używanym sprzętem i oprogramowaniem, a także różnicami międzyosobniczymi. Stąd dążenie do wprowadzenia bardziej obiektywnych metod oceny cech urządzeń digitalizacyjnych, dokonywanych na podstawie pomiarów poddanych standaryzacji, a co za tym idzie powtarzalnych.

Część z tych metod została już skodyfikowana w obowiązujących normach, na przykład w międzynarodowej normie ISO 12233 (Fotografia: Urządzenia do elektronicznego rejestrowania nieruchomych obrazów – rozdzielczość i funkcja przenoszenia częstotliwości przestrzennej) opisano wzorce stosowane do mierzenia wybranych parametrów urządzeń digitalizacyjnych, jak i procedury pomiarowe. Norma ISO 16067 poświęcona jest sposobom mierzenia rozdzielczości i funkcji przenoszenia rozdzielczości przestrzennej skanerów, w ISO 17850 opisano metody mierzenia dystorsji geometrycznej, w ISO 19084 aberracji chromatycznej itd. Trwają prace nad zdefiniowaniem pojęć i standaryzacją pomiarów kolejnych parametrów.

Obok Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej prowadzeniem badań nad stosowaniem urządzeń digitalizacyjnych oraz ustalaniem zasad związanych z technicznymi aspektami digitalizacji zajmują się ośrodki zainteresowane nią ze względu na nałożone na nie obowiązki w tym zakresie. Są to głównie biblioteki, archiwa, muzea. W ciągu ostatnich lat szczególnie istotne dla praktyki były wyniki prac wykonanych przez Bibliotekę Królewską w Holandii oraz grupę amerykańskich instytucji państwowych (FADGI) współpracujących przy stworzeniu zaleceń digitalizacyjnych. Zaowocowały one powstaniem dokumentów opisujących wymagane poziomy jakości prowadzonej digitalizacji. Hans van Dormolen był autorem „Metamorfoze Preservation Imaging Guidelines” (Haga, 2012), zaś w USA w 2016 roku pod redakcją Thomasa Riegera opublikowano „Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials: Creation of Raster Image Files” przygotowane w ramach współpracujących ze sobą agend federalnych.

Doświadczenia wielu ośrodków, zarówno w Polsce, jak i zagranicą, wskazują, że stosowanie obiektywnych metod pomiarowych jest niezbędne w celu zapewnienia odpowiedniej jakości sprzętu, zarówno w chwili zakupu, jak i w dalszej jego eksploatacji. Praktyką często stosowaną przez producentów i dystrybutorów sprzętu digitalizacyjnego jest podkreślanie cech, które są wprawdzie ważne, jednak nie zawsze decydujące dla jakości plików powstających w czasie digitalizacji. Spotyka się – o czym wspomniano także w „Digitalizacji piśmiennictwa” – niezgodne z rzeczywistością opisywanie parametrów urządzeń. Możliwość sprawdzania przy użyciu wzorców i za pomocą programów komputerowych takich cech urządzeń digitalizacyjnych, jak ich rzeczywista rozdzielczość i wierność barwna, umożliwia dokonanie wyboru i zakupu urządzeń o parametrach bardziej pożądanym z punktu widzenia celów instytucji zamierzającej prowadzić digitalizację.

Temu właśnie, z naciskiem na praktyczne rozwiązania, poświęcony jest niniejszy dokument.

5) Zalecenia

Digitalizacja prowadzona jest już od ponad 10 lat, często jednak decyzje dotyczące sposobu jej prowadzenia podejmuje się bez precyzyjnej analizy potrzeb i możliwości. W wyniku postępu badań nad percepcją koloru, kontrastu, postrzegania szczegółów oraz nad cechami sprzętu można obecnie oceniać parametry urządzeń digitalizacyjnych z wykorzystaniem metod bardziej obiektywnych niż w początkach digitalizacji.

Poniżej w oparciu o analizę literatury przedmiotu przedstawiono wybrane zalecenia dotyczące tych zagadnień.

Wybrane parametry i mierzenie ich wartości

Rozdzielczość – MTF, SFR

Rozdzielczość sprzętu opisuje liczbę punktów na jednostkę długości i szerokości obiektu, jaką urządzenie rejestruje. Niektóre urządzenia mają różną rozdzielczość w różnych wymiarach, podawane są wtedy dwie wartości. Rozdzielczość skanerów przyjęto się wyrażać w punktach na cal (dpi lub – bardziej poprawnie – ppi, piksele na cal), w przypadku aparatów fotograficznych podaje się liczbę punktów światłoczułych matrycy w milionach pikseli, a także liczbę pikseli na każdym z boków matrycy.

Nie ma bezpośredniego związku między deklarowanymi liczbami opisującymi rozdzielczość sprzętu, a jego zdolnością odwzorowania szczegółów obiektu, na którą wpływ mają także takie kwestie jak jakość optyki, wielkość pikseli układu światłoczułego, stabilność i ewentualne drgania układu, poziom szumu, algorytmy stosowane przy przetwarzaniu danych.

Uznaje się, że miarą realnej rozdzielczości urządzenia digitalizującego jest funkcja przenoszenia modulacji (Modulation Transfer Function), opisująca jego zdolność do oddawania kontrastu w zależności od rosnącej gęstości szczegółów. Do zmierzenia jej wartości niezbędne jest wykonanie cyfrowej kopii wzorników o cechach pozwalających na dokonanie pomiarów skuteczności urządzenia digitalizującego. Jednymi z zalecanych przez najnowsze wersje norm ISO 12233 i 16067 sposobami pomiaru są: pomiar ukośnego (przekoszonego) brzegu o kącie nachylenia około 5° i pomiar oparty na wykorzystaniu gwiazdy Siemens.

Wartości podawane przez programy dokonujące obliczeń są powszechniej zrozumiałe po wykonaniu zamiany na inne jednostki miary (np. najczęściej stosowane dpi czy ppi), podane wartości odpowiadają 100% czyli teoretycznej sprawności układu.

cykle na mm	piksele na cal (ppi)
5,9	300
7,9	400
11,8	600
23,6	1200

Odwzorowanie tonalne – OECF

Funkcja konwersji optoelektronicznej jest wyznacznikiem odwzorowania tonalnego między oryginałem a jego obrazem cyfrowym. Wzorniki pozwalające na wykonanie wykresu funkcji zawierają od 12 do 20 szarych, neutralnych pól o znanych wartościach gęstości optycznej. Odpowiedź urządzenia digitalizującego na bodźce jest charakterystyczna dla niego, a dane uzyskane przy obliczaniu przebiegu funkcji pozwalają także na zmierzenie innych istotnych parametrów urządzenia, takich jak balans bieli, rozpiętość (dynamika) tonalna, stosunek sygnału do szumu przy różnych poziomach szarości, czułość ISO urządzenia.

Wierność barwna

Ze względu na to, że postrzeganie barw jest różne u różnych ludzi, opracowano obiektywny sposób pomiaru różnic między kolorami oryginału i kopii cyfrowej w oparciu o pomiary wartości liczbowych barw w ramach zestandaryzowanej przestrzeni kolorów.

Miarą tych różnic jest wartość delta E – różnica między wartościami oryginalnego wzornika koloru a wartościami odczytanymi z cyfrowej kopii tegoż wzornika w ramach przestrzeni kolorów CIE $L^*a^*b^*$. Jest ona wyznaczana zarówno dla poszczególnych pól wzornika, jak i jako średnia wartość dla wszystkich pól.

Do obliczenia tej wartości niezbędna jest znajomość wartości barwnych pól stosowanego wzornika i program graficzny pozwalający na zmierzenie i uśrednienie wartości odpowiednich pól kopii cyfrowej. Stosowany wzór na ΔE (zgodnie ze zaleceniami CIE 1976) to pierwiastek z kwadratów różnic wartości L , a i b między polami wzornika i jego cyfrowej kopii. Oblicza się wartość ΔE dla kolejnych pól, a następnie średnią dla całego wzornika.

Przestrzeń kolorów CIE Lab charakteryzuje się wartościami „L” (luminancji – jasności) od 0 do 100, „a” (od zieleni -128 do czerwieni 127) i „b” (od żółtego do niebieskiego, również od -128 do 127). Wartości „a” i „b” równe 0 reprezentują neutralne szarości.

Wartość ΔE równa 2,3 według badań nad percepcją kolorów stanowi „ledwo dostrzegalną różnicę”, według najostrożniejszej wersji standardu FADGI wartość graniczna średniej różnicy pozwalająca na uznanie wierności kopii wynosi 3, według Metamorfoze 4. Największa dopuszczalna różnica przy pomiarze ΔE jednego z pól wynosi wg zaleceń Metamorfoze 10.

Niektóre z innych parametrów, takie jak fizyczna możliwość rozpoznania i zapisu fragmentów obiektów o wysokiej gęstości optycznej, obecność aberracji chromatycznej (zwłaszcza charakterystycznych kolorowych obwódek na kontrastowych granicach), są możliwe do zmierzenia za pomocą wspomnianych wyżej wzorników i pomiarów, a mianowicie przy pomiarze rozdzielczości i wartości odwzorowania tonalnego. Aberracja chromatyczna jest wynikiem przesunięcia przestrzennego zapisywanych kanałów barwnych, co jest możliwe do precyzyjnego wyliczenia.

Inne cechy, jak np. obecność zniekształceń geometrycznych, wymagają osobnych pomiarów przy pomocy wzorników zgodnych z normą ISO 17850.

Szybkość i wydajność pracy

Te cechy urządzeń skanujących nie zostały objęte normalizacją, należy jednak podjąć działania na rzecz zmierzenia ich w czasie ciągłej pracy w warunkach jak najbliższych przewidywanym warunkom pracy urządzeń przez okres nie mniej niż 10-15 minut. Dopiero na podstawie takiego testu można spróbować oszacować przyszłe tempo wykonywania digitalizacji.

6) Narzędzia

6a) Wzorniki

Normy wytwarzane w ramach organizacji ISO uznawane są za niezwiązane z interesami producentów i obiektywnie opisujące sposoby dokonywania pomiarów cech urządzeń digitalizacyjnych. Przedstawiają one parametry wzorników i standardy dokonywania pomiarów pozwalających na obiektywną ocenę

poszczególnych cech urządzeń.

Należy zwrócić uwagę na zgodność używanych wzorników z zapisami norm i możliwość wykorzystania oprogramowania do oceny wyników.

Przykładowe wzorniki do pomiaru rozdzielczości (umożliwiają także pomiar odwzorowania tonalnego i innych parametrów, patrz niżej):

Wzorniki opisane w normach ISO 12233 (aparaty fotograficzne), ISO 16067 (skanery), wzorniki QA-61, QA-62, UTT, Golden Thread.

Przykładowe wzorniki do pomiaru odwzorowania tonalnego (umożliwiają także pomiar balansu bieli, rozpiętości tonalnej, stosunku sygnału do szumu, czułości ISO):

Wzorniki opisane w normie ISO 14524, wzorniki QA-61, QA-62, szare wzorniki Kodak Q-13 i Q-14, UTT, Golden Thread.

Przykładowe wzorniki do pomiaru wierności barw:

ColorChecker Classic (24 polowy), ColorChecker SG (140 polowy), UTT, Kodak IT8, Golden Thread.

6b) Oprogramowanie

Prowadząca digitalizację komercyjna firma Picturae udostępnia bezpłatnie dostęp do narzędzia online pozwalającego po rejestracji na analizę plików testowych (cyfrowych kopii wybranych wzorników) z podaniem wyników liczbowych oraz informacji na temat tego, czy wykonana kopia spełnia/nie spełnia zaleceń Metamorfoze i FADGI [<http://www.delt.ae>].

Liczne komercyjne programy pozwalające na prowadzenie analizy plików produkowanych w czasie digitalizacji wybranych wzorników lub cech plików cyfrowych – między innymi:

- <http://www.imatest.com/products/imatest-master/>
- <http://www.image-engineering.de/products/software/376-iq-analyzer>
- http://www.imagescienceassociates.com/mm5/merchant.mvc?Screen=PROD&Store_Code=ISA001&Product_Code=GTAS&Category_Code=GT
- http://www.imagescienceassociates.com/mm5/merchant.mvc?Screen=PROD&Store_Code=ISA001&Product_Code=CGSUITE&Category_Code=SOFTWARE
- <http://www.quickmtf.com/editions.html>

Liczne darmowe programy służące do analizy wybranych cech plików cyfrowych – między innymi:

- <https://sourceforge.net/projects/mtfmapper/>
- http://www.imagescienceassociates.com/mm5/merchant.mvc?Screen=SOFTWAREImCheck&Store_Code=ISA001
- <http://www2.mitre.org/tech/mtf/>
- plug-in dla programu ImageJ <https://imagej.nih.gov/ij/>
 - <http://mirror.imagej.net/plugins/se-mtf/index.html>
 - <http://dipsystems.de/mtf>
- funkcje do wykorzystania w programie MATLAB, np.
 - <http://losburns.com/imaging/software/SFRedge/index.htm>

Programy graficzne pozwalające na badanie analizę cech plików powstających w czasie digitalizacji (zwłaszcza wierności barw, poziomu szumu) – między innymi:

- <https://www.gimp.org/>
- <https://www.adobe.com/products/photoshop.html>

7) Literatura

Normy

Standardy ISO, dostępne do zakupu na stronie <http://www.iso.org>

12233 – Fotografia: Urządzenia do elektronicznego rejestrowania nieruchomych obrazów – rozdzielczość i funkcja przenoszenia częstotliwości przestrzennej

14524 – Fotografia: Urządzenia do elektronicznego rejestrowania nieruchomych obrazów – metody pomiaru funkcji konwersji opto-elektronicznej

15739 – Elektroniczne rejestrowanie nieruchomych obrazów – pomiary szumu

16067 – Pomiary rozdzielczości przestrzennej elektronicznych skanerów fotografii, cz. 1: skanery do materiałów nieprzeźroczystych

21550 – Elektroniczne skanery fotografii – pomiary rozpiętości tonalnej

Artykuły, książki

Eryk Bunsch, Piotr Ceraficki, Wacław Pyzik, dr hab. Robert Sitnik, Wojciech Staszkiwicz, Marcin Szala, „Cyfrowe odwzorowania muzealiów, parametry techniczne, modelowe rozwiązania”, Warszawa, 2012 [http://digitalizacja.nimoz.pl/uploads/zalaczniki/Raport_Odwzorowania_NIMoz_2012.pdf]

Hans van Dormolen, „Metamorfoze Preservation Imaging Guidelines”, Haga, 2012 [https://www.metamorfoze.nl/sites/metamorfoze.nl/files/publicatie_documenten/Metamorfoze_Preservation_Imaging_Guidelines_1.0.pdf].

Dariusz Paradowski (red.), „Digitalizacja piśmiennictwa”, Warszawa, 2010 [<http://www.bn.org.pl/download/document/1342175805.pdf>]

Dariusz Paradowski (red.), „Standardy technicznej digitalizacji”, Warszawa, 2010 [<http://www.bn.org.pl/download/document/1342175830.pdf>]

Grzegorz Płoszajski (red.) „Standardy w procesie digitalizacji obiektów dziedzictwa kulturowego”, Warszawa 2008 [http://bcpw.bg.pw.edu.pl/Content/1262/BG_Stand_w_proc_digit.pdf]

Wacław Pyzik „Kryteria doboru skanerów i weryfikacji wyników skanowania”, Warszawa, 2013, [http://digitalizacja.nimoz.pl/uploads/zalaczniki/Pyzik_W_Kryteria_doboru_skanerow.pdf]

Thomas Rieger (red.) „Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials: Creation of Raster Image Files”, 2016 [http://www.digitizationguidelines.gov/guidelines/FADGI_Still_Image_Tech_Guidelines_2016.pdf].

Regina Tokarczyk, Piotr Kohut, Jakub Kolecki „Sensory wizyjne stosowane w systemach do pomiaru skrajni kolejowej i analiza metod ich doboru”, https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-4d23b130-4467-4532-b8af-f58c412c8c63/c/Tokarczyk_Kohut_Kolecki.pdf, Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol. 23, 2012.

Dietmar Wueller, Ulla Bøgvad Kejser; „Standardization of Image Quality Analysis – ISO 19264”, Archiving Conference, Volume 2016, Number 1 [http://www.image-engineering.de/content/library/conference_papers/2016_04/Standardization_of_Image_Quality_Analysis-ISO_19264.pdf]

Strony internetowe:

<http://burnsdigitalimaging.com/publications/>

<http://www.image-engineering.de/library/all-documents>

8) Miejsce dostępu do aktualnej wersji standardu (trwały link)

<http://www.bn.org.pl/programy-i-uslugi/centrum-kompetencji/dokumenty/>

9) Kontakt e-mail

centrum.kompetencji@bn.org.pl

10) Data ustalenia wersji standardu

30 grudnia 2016