

Fotografowanie przekształcające

Przekształcanie krojów pisma metodą fotograficzną

W pracy nad tematem dotyczącym ustalenia najodpowiedniejszych krojów pism do opisu map powstała konieczność modyfikowania istniejących krojów pism i przystosowania ich do potrzeb kartograficznych.

Modyfikacja krojów pism istniejących dotyczyła różnych typów pisma. I tak np. w jednych pismach zachodziła potrzeba zwężenia liter przy zachowaniu ich wysokości, w innych potrzeba było zniżyć wersaliki w stosunku $\frac{3}{2}$, $\frac{7}{5}$, $\frac{9}{7}$ do wysokości tekstu lub też zniżyć cały alfabet o $\frac{1}{5}$ lub $\frac{1}{4}$ wysokości. Inne znów alfabety należało wykonać w formie kursywy, czyli pisma w prawo pochylonego. Inne znów pochylić w lewo. Wszystkie te przemiany wymagające przerysowywania całych alfabetów pism i to tak w formie wersalików jak i liter tekstu są bardzo trudne i długotrwałe. Pracę taką mogą wykonać tylko bardzo dobrzy liternicy o dużym poczuciu estetyki pisma.

Ilość alfabetów zaprojektowanych do modyfikacji była znaczna. Obliczono, że przerysowanie zaprojektowanych alfabetów musiałoby trwać rok, ewentualnie więcej, zależnie od ilości pracujących literników. Tak pracochłonne zadanie zmusiło do szukania rozwiązań na innej drodze. Podjęte zostały próby wykorzystania do tego celu fotografii i w krótkim stosunkowo czasie udało się osiągnąć spodziewane wyniki.

Zanim opiszemy metodę, jaka została w tym celu opracowana, sprecyzujemy do czego sprowadza się zadanie.

Przekształceniom miały podlegać alfabety literowe i cyfry szeregu poprzednio wykonanych lub używanych pism. W pismach tych należało wykonać jedno lub dwa z poniżej podanych przekształceń.

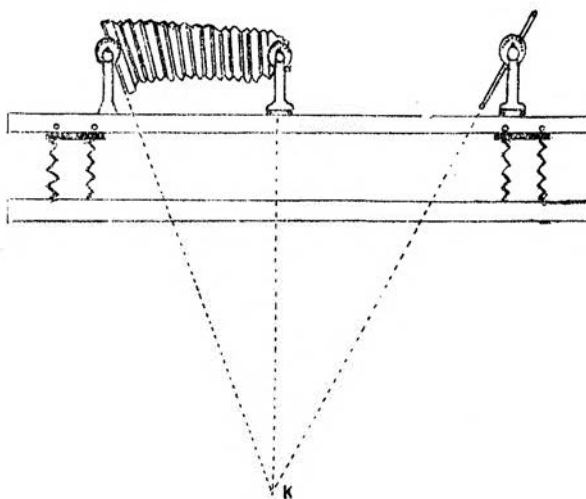
1. Znaki alfabetu mają być podwyższone przy zachowaniu szerokości.
2. Znaki alfabetu mają być poszerzone przy zachowaniu wysokości.
3. Znaki alfabetu mają być pochylone w prawo.
4. Znaki alfabetu mają być pochylone w lewo.

Założmy, że na podstawowe do modyfikacji bierzemy alfabety proste. Każda litera czy cyfra takiego alfabetu jest wpisana w prostokąt zwany polem znaku. Nie wszystkie litery tego samego alfabetu mają jednakowe pole znaku. Jedne z nich są węższe inne szersze np. litery: *i*, *l* lub *m*, *w*.

Poddając jakiś alfabet modyfikacji mówić będziemy o zmianach proporcjonalnych całego kompletu znaków niezależnie od indywidualnej szerokości pól. Będzie to zatem proporcjonalne zmienianie kształtu litery, czy też ogólnie mówiąc, pola znaku, dające się określić w procentach przyrostu w stosunku do wysokości lub szerokości liter oryginału.

Technika wykonywania tych przekształceń przedstawia się następująco. Założmy, że mamy wykonać przekształcenie pierwsze z wyżej wymienionych, czyli mamy podwyższyć litery przy zachowaniu ich szerokości.

W tym celu na płaszczyźnie ekranu aparatu fotograficznego zakładamy wybrany alfabet. Aparat fotograficzny ustawiamy początkowo tak jakbyśmy potrzebowali reprodukować litery w skali 1 : 1. Po otrzymaniu ostrości obrazu na matówce rozpoczynamy wychylanie płaszczyzny obrazu i matówki tak jak to jest przedstawione na rys. 3.



Rys. 3. Ustawienie aparatu spełniającego warunek ostrości

Ostrość obrazu na matówce będzie zachowana w szczególnych tylko przypadkach. Istotną w tym względzie sprawą jest aby wychylenia płaszczyzny ekranu i płaszczyzny matówki były takie aby płaszczyzny te przecięły się wzdłuż jednej krawędzi leżącej w płaszczyźnie obiektywu. Ten warunek zwany warunkiem Scheinpfluga zapewnia ostrość obrazu na wychylonej matówce.

Jeżeli więc zachowamy warunek Scheinpfluga, wówczas założony w ekranie alfabet w ramach prostokąta, przedstawiony na rys. 4a, przerzuca się wiązką promieni idącą przez obiektyw na matówkę i otrzymamy w rezultacie negatyw alfabetu przekształcony do postaci trapezu przedstawionego na rys. 4b.



4a

4b

4c

Rys. 4a, b, c. Etapy przekształcania zmierzające do podwyższenia wysokości liter przy jednoczesnym zachowaniu szerokości

Będzie to pierwsza część zabiegów prowadząca do dalszego właściwego przekształcenia.

Druga część przedstawia się następująco: otrzymany negatyw zakładamy na ekranie na miejsce oryginału, poczem wykonujemy przesunięcie obiektywu w płaszczyźnie czołówki, zbliżając obiektyw do wspólnej krawędzi „K” płaszczyzn ekranu i matówki. Następnie kontrolujemy ostrość obrazu na matówce.

Przesunięcie obiektywu nie jest dowolne. Od wielkości tego przesunięcia oraz od kształtów trapezu uzyskanego poprzednio zależy stopień wydłużenia znaków alfabetu. Zależność jaka zachodzi między tymi wielkościami, to znaczy między procentowym przyrostem wysokości liter a liniowym przesunięciem obiektywu i wielkością kąta pochylenia płaszczyzn (płaszczyzna koła decydująca o kształcie trapezu), daje się obliczyć w oparciu o podane dalej w tekście rozwiązanie geometryczne i analityczne.

Prawidłowe ustawienie aparatu w części drugiej polega na przerzutowaniu trapezu, wiązką promieni idących przez obiektyw, na matówkę, tak aby trapez przekształcił się w prostokąt wydłużony pokazany na rys. 4c.

Rys. 4b powinien być negatywem, jak na rys. 5b, 6b itp.

Jak więc z powyższego opisu wynika, pierwsza i druga część czynności jest fotografowaniem przy specjalnych warunkach ustawienia aparatu fotograficznego przystosowanego do wymienionych ruchów. Ogólnie zabiegi te, dające w efekcie przekształcenie figury fotografowanej, nazwiemy fotografowaniem podwójnym lub może lepiej fotografowaniem przekształcającym.

Podobnie jak to opisaliśmy powyżej możemy zamiast wydłużać litery poszerzać je w sposób dowolny. W tym konkretnie przypadku musimy ustawić oryginał alfabetu obrócony o 90° w stosunku do poprzednio opisanej pozycji wyjściowej oryginału. Wszystkie czynności wykonać należy tak jak poprzednio. Kolejno więc otrzymamy negatyw, którego obrazem będzie trapez również obrócony o 90° w stosunku do opisanego poprzednio. I ostatecznie otrzymamy diapoztyw liter poszerzonych o żądany procent. Wysokość liter pozostanie w tym przypadku bez zmian. Wymienione tu etapy przekształcenia ilustrują kolejno załączone trzy rysunki: oryginału, negatywu i diapoztywu (rys. 5a, rys. 5b, rys. 5c).



Rys. 5a, b, c. Etapy przekształcania zmierzające do poszerzania liter przy jednoczesnym zachowaniu wysokości

Na tych przykładach wyczerpujemy opis sposobu wykonania pierwszych dwóch rodzajów przekształceń.

Pozostaje do rozwiązania zadanie, pozornie trudniejsze, dotyczące pochylenia liter w prawo, czyli przemiana alfabetu prostego na kursywę lub na pismo pochylone w lewo (stosowane np. do opisu hydrografii). Te dwa typy przekształceń osiągamy także na drodze fotografowania przekształcającego.

Celem uzyskania pisma w prawo pochyłonego ustawiamy oryginał alfabetu prostego przekątną prostopadle do krawędzi przecięcia się płaszczyzn ekranu i matówki, której ślad oznaczamy literą *K*. Otrzymamy w wyniku tak ustawionego oryginału negatyw przedstawiający czworobok skośny (zamiast poprzednio uzyskanego trapezu). Czynność tę wykonujemy przy zachowaniu wszystkich warunków opisanych poprzednio, to znaczy przy odpowiednio pochyłonych płaszczyznach dających ostry obraz na matówce i przy ustawieniu aparatu na stosunek 1 : 1.

Drugi etap pracy polega na przefotografowaniu negatywu na pozytyw, którego obrazem jest równoległobok skośny w prawo. Kolejne etapy tych przemian ilustrujemy na załączonych rysunkach 6a, 6b, 6c.



6a

6b

6c

Rys. 6a, b, c. Etapy przekształcania zmierzające do pochylenia liter w prawo

W rezultacie tych czynności otrzymujemy alfabet prawo pochyły, który może być pochyłony przez nas pod dowolnym kątem. Kąt pochylenia liter zależy od sposobu ustawienia oryginału w stosunku do krawędzi przecięcia się płaszczyzn ekranu i matówki oraz do liniowego przesunięcia obiektywu w płaszczyźnie czołówki.

Podobnie jak opisane powyżej czynności pochylenia pisma w prawo daje się wykonać pochylenie pisma w lewo. Ustawienie oryginału i kolejne fazy przemian przedstawiają się w tym przypadku tak jak na rysunkach 7a, 7b, 7c.

Opisane powyżej rozwiązanie zadania 5 i 6 dotyczące pochylenia pisma w prawo lub w lewo może być dokonane również na innej nieco drodze.

Alternatywa tego rozwiązania polega mianowicie na tym, że pierwszy etap fotografowania wykonujemy tak jak gdybyśmy rozwiązywali zadanie 1.

W etapie tym otrzymujemy z prostokąta przerysowany perspektywicznie trapez identyczny jak na rysunku 2b. Dalsze przekształcenie polega początkowo na przerzutowaniu trapezu na prostokąt, który jest identyczny z oryginałem. Osiągamy to w tych warunkach, że nie dokonujemy przesunięcia obiektywu potrzebnego do osiągnięcia prostokąta 2c — natomiast wykonujemy boczne przesunięcie obiektywu równoległe do krawędzi *K*. Przesuwając obiektyw w lewo otrzymujemy równoległobok pochylony w prawo i odwrotnie — przesunięcie obiektywu w prawo pochyla równoległobok i obraz liter w nim zawartych w lewo. Zamiast bocznych przesunięć obiektywu możemy wykonywać boczne przesunięcia trapezu, również równoległe do krawędzi *K*, uzyskując odpowiednie pochylenia liter. Przesunięcie trapezu powinno być zgodne co do kierunku z zamierzonym pochyleniem liter. Pożądany stopień pochylenia możemy w tym przypadku osiągnąć zwiększając odpo-



Rys. 7a, b, c. Etapy przekształcania zmierzające do pochylenia liter w lewo

wiednio wielkość bocznych przesunięć. Najpraktyczniej jest wyrysować na kalce żądany kąt pochylenia liter i sprawdzając według tego kąta obraz na matówce tak długo przesuwając w bok obiektyw (ew. negatyw w ekranie), aż pochylenie liter pokryje się z wykreślonym kątem nachylenia.

Powyższe cztery odmiany przekształceń pisma, które tu opisaliśmy mogą być wykonywane na różnych typach aparatów fotograficznych. Warunkiem koniecznym jest tu możliwość pochylenia płaszczyzn ekranu i matówki w granicach około 43° , oraz przesuwanie obiektywu w płaszczyźnie czołówki w granicach do 20 cm i więcej. Aparaty, które tych ruchów nie posiadają nie nadają się do fotografowania przekształcającego lub muszą być odpowiednio dostosowane. Wszystkie wymienione tu warunki w sposób najbardziej korzystny spełnia specjalny

typ aparatu jakim jest przetwornik fotogrametryczny. Opisane zasady przekształcenia znaków literowych w przypadku użycia przetwornika dają się w pełni wykorzystać a wykonywanie kolejnych etapów jest znacznie ułatwione. Przetwornik bowiem spełnia automatycznie warunek ostrości wynikający z równania soczewek. Ponadto spełnia on również automatycznie warunek przecięcia się płaszczyzn ekranu, matówki i obiektywu wzdłuż wspólnej krawędzi K . Warunki są osiągnięte przy pomocy konstrukcji automatycznych zwanych inwersorami i sterami. Zautomatyzowanie obu tych zasadniczych ruchów, które są podstawą do fotografowania przekształcającego znakomicie ułatwia pracę na przetworniku. Jedną jest tylko okoliczność specjalna w konstrukcji przetwornika, mianowicie brak u większości przetworników ruchów obiektywu w płaszczyźnie własnej obiektywu. Tę przeszkodę można ominąć dokonując zamiast potrzebnych dla przekształcenia przesunięć obiektywu — przesunięcia negatywu w płaszczyźnie matówki. Przesunięcia negatywu muszą być w tym przypadku wykonywane w kierunku przeciwnym w stosunku do krawędzi K , niż poprzednio wykonywany ruch obiektywu.

W każdym z przytoczonych przypadków przekształcania liter rzeczą zasadniczą jest zdawanie sobie sprawy z tego przy jakim ustawieniu aparatu należy wykonywać oba etapy fotografowania przekształcającego aby osiągnąć pożądaną skutek. Dążyć więc musimy do uchwycenia zależności między sposobem ustawienia aparatu a przyrostem wysokości prostokąta lub przyrostem osi elipsy w przypadku przekształcania koła.

Załączone na rys. 4a, 4b, 4c przykłady przekształcenia liter dały w efekcie fotografowania przekształcającego przyrost wysokości litery 6 mm przy początkowej wysokości 24 mm czyli jest to przyrost o 25%. W czasie wykonywania tych przekształceń zanotowane zostały pozycje płaszczyzn przesunięcia obiektywu, które podajemy poniżej:

Ad rys. 4a, 4b, 4c. Pierwsze fotografowanie:

- a) pochylenie matówki 19,8 grada,
- b) stosunek zmniejszenia 1 : 1,
- c) skręt w stosunku do krawędzi K 0,0 grada,
- d) wymiary oryginału $16,8 \times 20,7$ cm (prostokąt),
- e) wymiary trapezu równoramiennego na matówce (boki równoległe: 19,4, 11,3, $h=16,9$),

Drugie fotografowanie:

- a) pochylenie matówki 30,0 grada,
- b) stosunek zmniejszenia 1 : 1,
- c) skrócenie w stosunku do krawędzi K 0,0 grada,
- d) przesunięcie obiektywu 80,4 mm,
- e) wymiary negatywu jak wyżej,
- f) wymiary prostokąta na pozytywie $14,8 \times 21,7$ ($16,8 \times 24,6$),

- g) wskaźnik redukcji skali oryginału $F \times 1,134$,
- h) przyrost wysokości w prostokącie 40 mm,
- i) przyrost wysokości litery 6 mm = 25%.

W podobny sposób notowano pozycje aparatu przy przekształceniu poszerzającym litery, przedstawionym na rys. 4a, 4b, 4c. Wyniki notowane przy tych założeniach dotyczące poszerzenia o 25% były identyczne jak poprzednie.

Przytoczmy teraz z kolei pozycje aparatu przy przekształceniu alfabetu prostego na prawo pochyły.

Ad rysunki 7a, 7b, 7c. Pierwsze fotografowanie:

- a) pochylenie matówki 30,0 grada,
- b) skala 1 : 1,
- c) skręt oryginału w stosunku do krawędzi K — 50 grada,
- d) wymiary otrzymanego czworoboku: 11,8, 15,0, 16,7, 20,2 przekątne 22,6, 22,0.

Drugie fotografowanie:

- a) pochylenie matówki 26,37 grada,
- b) skala 1 : 1,
- c) skręt 32,0 grada,
- d) przesunięcie obiektywu do krawędzi K 113 mm,
- e) wymiary otrzymanego równoległoboku $19,6 \times 19,8$, kąt pochylenia w prawo $83^{\circ}40'$.

Przytoczone w powyższych przykładach cyfry dotyczące nastawienia aparatu i wymiarów figur przekształconych są w ścisłym związku ze sobą. Aby wyniki przekształceń nie były przypadkowe, aby dla każdego określonego przekształcenia można było określić potrzebne warunki ustawienia aparatu musimy ująć te zależności w formę możliwie najprostszych wzorów matematycznych. Następnie dążyć by należało do ułożenia tabel lub innych praktycznych pomocy ułatwiających fotografowanie przekształcające.

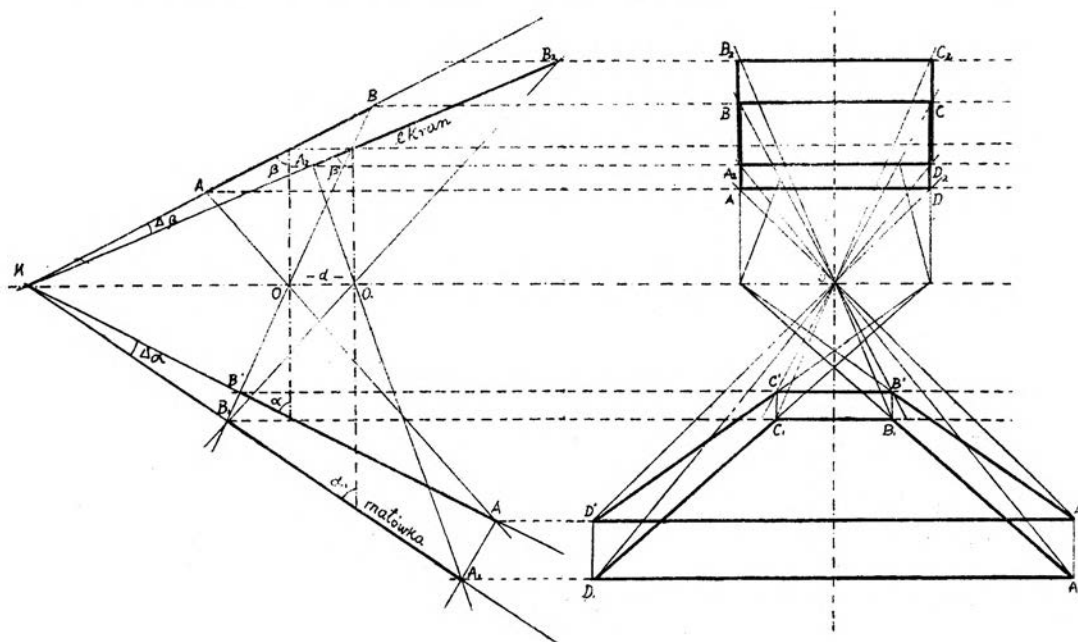
Analizę zależności występujących między przytoczonymi w przykładach wartościami liczbowymi ułatwimy sobie przy pomocy geometrii wykreślnej, posługując się rzutami i kładami figur przekształcanych. Wykonamy to w odniesieniu do jednego tylko rodzaju przekształcenia, mianowicie w odniesieniu do przekształcenia wydłużającego wysokość.

Założmy, że płaszczyzna rysunku jest płaszczyzną pionową przechodzącą przez oś optyczną obiektywu aparatu fotograficznego 0,0 K.

Punkt K niech będzie śladem krawędzi przecięcia się trzech płaszczyzn: ekranu, obiektywu i matówki prostopadłych do płaszczyzny rysunku. Kąty pochylenia tych płaszczyzn w stosunku do osi obiektywu oznaczmy przez α i β . Przy założeniu, że skala fotografowania jest 1 : 1 — kąt α będzie równy β . Położony na płaszczyźnie ekranu oryginał w postaci kwadratu ABCD na rysunku przedstawi się w postaci odcinka

AB. Obraz tego kwadratu na płaszczyźnie matówki będzie trapezem $A'B'C'D'$ a w rzucie naszym przedstawi się w postaci odcinka $A'B'$.

Jeśli następnie wykonamy rzut tych figur na płaszczyznę prostopadłą do płaszczyzny rysunku, to figury te odszukamy oznaczone odpowiednio literami: oryginał (kwadrat) przedstawi się w postaci prostokąta $ABCD$ a trapez w postaci rzutu trapezu $A'B'C'D'$.



Rys. 8. Analiza geometryczna przekształcania

Podane oznaczenia odpowiadają pozycjom figur pierwszego fotografowania. W drugim natomiast fotografowaniu, które uwidoczniliśmy na tym samym rysunku, zachodzą następujące zmiany: zostaje przesunięty obiektyw z pozycji O do pozycji O_1 o odcinek d , zmienione zostają w związku z tym pochylenia płaszczyzn ekranu i matówki, co w rysunku oznaczamy zmianą kąta α na α_1 i β na β_1 .

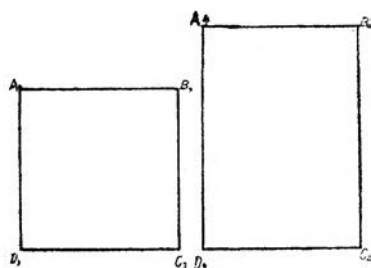
Trapez $A'B'C'D'$ zajmuje pozycję A_1B_1 (w rzucie pionowym), a w rzucie prostopadłym $ABDC$.

Zwracamy uwagę na tę okoliczność upraszczającą rysunek, że trapezu $A'B'C'D'$ nie przenosimy na płaszczyznę ekranu, lecz pozostawiamy go na płaszczyźnie matówki A_1B_1 i przerzutujemy na płaszczyznę ekranu przekształcając go na prostokąt $A_2B_2C_2D_2$ uwidoczniony w rzucie pionowym w postaci odcinka A_2B_2 .

Szczególnie ważną rolę w rozważaniu przypisujemy liniom równoległym A_2D_2 i B_2C_2 , które nazwiemy liniami przekształcania. Przecięcia się tych linii z rzutami prostych AB i CD wyznaczają figurę przekształconą $A_2B_2C_2D_2$.

Wartość przekształcenia jaką otrzymamy w tym przypadku wyznaczmy z różnicy odcinków $A_2B_2 - AB$. Procentowy przyrost określimy przez iloraz $\frac{A_2B_2 - AB}{AB}$.

Dla ilustrowania wielkości przekształcenia wykonajmy kład kwadratu i kład przekształconego prostokąta. Będą to figury oznaczone $A_1B_1C_1D_1$ i $A_2B_2C_2D_2$. Figury te przedstawia rysunek 9.



Rys. 9. Kłady figury pierwotnej i przekształconej

Zwróćmy teraz uwagę na odcinek d odpowiadający przesunięciu obiektywu. Wartość d ma decydujące znaczenie dla przekształcania. Wartość d wpływa z kolei na zmianę położenia płaszczyzn ekranu i matówki, co wyrażamy zmianą wartości kątów α i β o odpowiednie przyrosty $\Delta\alpha$ i $\Delta\beta$.

Płaszczyzny ekranu i matówki dla każdej wartości d dają się ustawić tylko w jednym położeniu, w którym obraz pozytywu będzie prostokątem. Położenie to określają kąty α_1 i β_1 . Zwróćmy przy tym uwagę, że w zasadzie możemy mówić tylko o jednym z kątów, albo o kącie α , albo o kącie β , a to dlatego, że istnieje między nimi zależność określona równaniem soczewek. Wynika z tego, że dla ustalonego kąta α lub α_1 może istnieć tylko jedna i odpowiednia wartość β lub β_1 , przy których zostaje zachowana ostrość obrazu fotografowanego. Równanie powyższe przedstawia się następująco: $\frac{1}{m} + \frac{1}{e} = \frac{1}{f}$; gdzie m — jest to odległość matówki od obiektywu, e — odległość ekranu od obiektywu, f — ogniskowa obiektywu.

W przytoczonym rozważaniu geometrycznym wykonaliśmy przesunięcie obiektywu o wartość d w kierunku odsuwania od krawędzi K . W wyniku czego otrzymaliśmy zamianę kwadratu na prostokąt wydłużony. Jeśli jednak wykonalibyśmy przesunięcie obiektywu w kierunku do krawędzi K , wówczas uzyskalibyśmy zmianę kwadratu na prostokąt skrócony.

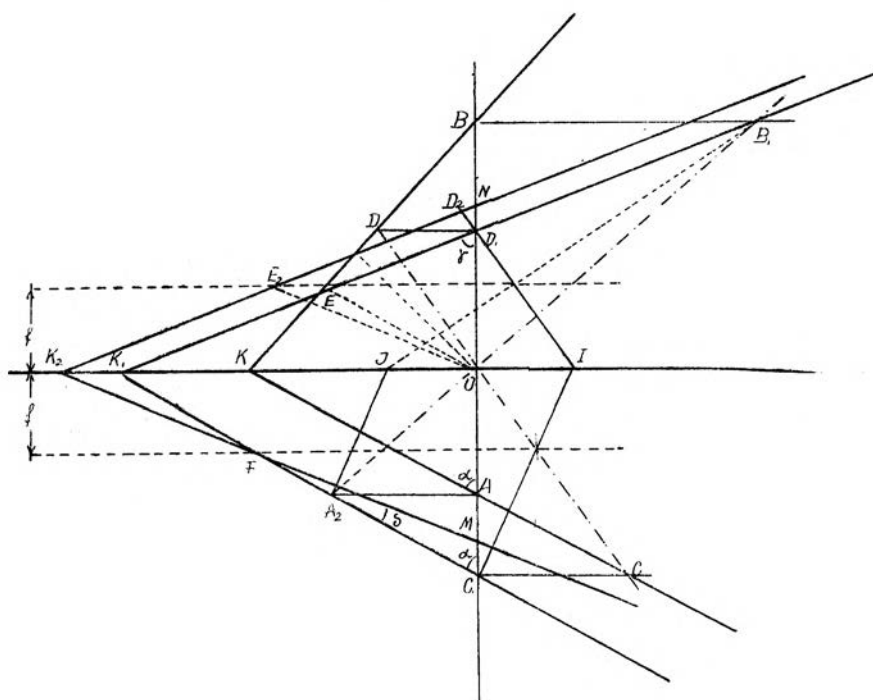
Powiązanie występujących tu zależności między wielkościami d , α , β oraz wielkością przekształcenia, którą oznaczmy przez ψ , będzie ostatecznym rozwiązaniem całego zadania. Dane te pozwolą wykonywać przekształcanie figur w sposób sterowany zależny od postawionych założeń. Takie rozwiązanie zadania, które jest możliwe na drodze matematycznej podajemy poniżej w oparciu o przeprowadzoną dotychczas analizę geometryczną.

Posłużymy się jeszcze jednym rysunkiem dla ustalenia oznaczeń we wzorach.

Niech na rys. 10 O, O_2 przedstawia oś optyczną kamery, BK — rzut płaszczyzny oryginału i AK — rzut płaszczyzny negatywu w chwili zdjęcia.

Ponieważ oryginał, który przekształcamy jest ograniczony bokami kwadratu, zatem liniami prostymi i równoległymi, a w wyniku przekształcania dążymy do figury będącej prostokątem, zatem także ograniczonej liniami prostymi i równoległymi, wynikają stąd następujące warunki.

Warunek 1. Prosta zbiegu oryginału w chwili zdjęcia musi leżeć w płaszczyźnie ogniskowej obiektywu (F_1).



Rys. 10. Układ płaszczyzn ekranu, matówki i obiektywu w czasie obu etapów przekształcania; oznaczenia symbolami użytymi we wzorach

Przy przekształcaniu jednokierunkowym, w którym pragniemy zachować niezmienny wymiar figury w kierunku prostopadłym do wydłużania lub kurczenia figury — odcinki poziome oryginału i pozytywu muszą pozostać bez zmiany, stąd warunek drugi.

Warunek 2. Odległość odcinków poziomych negatywu od płaszczyzny obiektywu przy przekształcaniu nie mogą ulegać zmianie.

Z obu powyższych warunków wypływają następujące wnioski:

1. Przy wykonywaniu przekształcenia negatyw można przesuwając tylko ruchem równoległym poziomym. Zamiast tego można obiektyw przesunąć w swej płaszczyźnie w kierunku przeciwnym poziomym.

2. Przy przekształcaniu wykonywanym równocześnie ze zmianą skali oryginału wolno tylko obracać negatyw dokoła jego prostej zbiegu, przy tym założeniu, że kierunek płaszczyzny ekranu nie ulega zmianie.

W zadaniu które rozwiązujemy dane są te wartości, które wynikają z żądanego przekształcenia, oraz te które wiążą się ze stałymi aparatu.

Dane:

f = ogniskowa

m = OA

α = KAO

ψ = wartość wydłużenia

π = przyrost równomierny wynikający ze zmiany skali.

Wielkości pomocnicze i szukane:

e = OB

γ = KD_1O

β = KBO

σ = $C_1F_1C_2$

$\Delta_1 m$ = AC_1

$\Delta_1 n$ = $AC = A_1C_1$

$\Delta_2 m$ = C_1M

$\Delta_2 n$ = C_2M

$\Delta_1 e$ = BD_1

$\Delta_1 p$ = D_1B_1

$\Delta_2 e$ = D_1N

$\Delta_2 p$ = D_2N

Z rysunku 10 wyprowadzamy zależności między wielkościami założonymi i elementami nastawień aparatu fotograficznego (wielkościami pomocniczymi i szukanymi).

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{e}{m} \text{ z równania soczewek wiemy że } \frac{e}{m} = \frac{f}{m-f}$$

$$= \frac{B_1D_1}{BD} = \frac{\cos \beta}{\cos \gamma} \quad (\text{współczynnik wydłużenia})$$

oznaczmy: $m_1 = m + m$

wówczas: $F_1H = (m_1 - f)$, $K_1K_2 = f [\operatorname{tg} (\alpha + \delta) - \operatorname{tg} \alpha]$

z czego otrzymamy:

$$1. \operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \alpha \frac{m}{f}$$

$$2. \cos \gamma = \frac{\cos \beta}{\psi}$$

$$3. KK_1 = f(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta)$$

$$4. AC_1 = \frac{f(\operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg} \beta)}{\operatorname{tg} \alpha}$$

$$5. AC = A_1C_1 = \frac{f(\operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg} \beta)}{\sin \alpha}$$

$$6. BD_1 = f \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{ctg} \gamma)$$

$$7. B_1D_1 = \frac{f \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{ctg} \gamma)}{\cos \gamma}$$

$$8. C_1 M = (m_1 - f) \operatorname{tg} \alpha [\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} (\alpha - \delta)]$$

$$9. C_2 M = \frac{(m_1 - f) \operatorname{tg} \alpha}{\sin \alpha} - \frac{(m_1 - f) \operatorname{tg} \alpha}{\sin (\alpha + \delta)}$$

$$10. D_1 M = f [\operatorname{tg} (\alpha + \delta) - \operatorname{tg} \alpha] + \operatorname{ctg} \gamma$$

$$11. 0 = m \operatorname{ctg} \left(\alpha + \frac{\delta}{2} \right)$$

$$12. \operatorname{tg} = \frac{m_1 \operatorname{ctg} \left(\alpha + \frac{\delta}{2} \right)}{e_1}$$

$$13. D_2 N = D_1 M \frac{\sin \eta}{\sin (\eta + \gamma)} = \frac{f [\operatorname{tg} (\alpha + \delta) - \operatorname{tg} \alpha] \operatorname{ctg} \gamma \cdot \sin \eta}{\sin (\eta + \gamma)}$$

$$14. \pi = \frac{E_2 D_2}{E D_1} = \frac{D_2 B_2}{D_1 B_1} = \frac{E_2 G}{E G}$$

$$15. \pi = \frac{\operatorname{tg} (\alpha + \delta) + \operatorname{ctg} \left(\alpha + \frac{\delta}{2} \right)}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{ctg} \left(\alpha + \frac{\delta}{2} \right)} \text{ --- (współczynnik zmiany skali)}$$

Powyższe zestawienie wszystkich wzorów do obliczeń elementów nastawniczych aparatu jest nam w praktyce potrzebne tylko częściowo.

Wykonawszy negatyw mocno przerysowany perspektywicznie, czyli taki, na którym zamiast kwadratu otrzymamy ostrokątny trapez, zakładamy go na miejsce ekranu, ale w ten sposób, aby w stosunku do poprzedniej pozycji w płaszczyźnie matówki był przesunięty równolegle na wysokość KK_1 obliczoną z wzoru 3.

Przy tym zauważyć należy, że tak przy wykonywaniu negatywu przerysowanego perspektywicznie na trapez jak i przy wykonywaniu pozytywu musi być spełniony warunek ostrości aparatu, to znaczy, że trzy płaszczyzny ekranu, matówki i obiektywu przecinać się będą wzdłuż jednej krawędzi K .

Wychylenie tych płaszczyzn określone kątami α i β należy wykonać opierając się na wzorze 1, z którego wynika, że założonej wartości α — pochylenia matówki, odpowiada jednoznacznie określona wartość β .

Przy założonej wartości α również jednoznacznie zostaje określona wartość przesunięcia obiektywu oznaczona przez KK_1 .

Wzór najważniejszy z praktycznego punktu widzenia na ψ — czyli wzór na wartość przekształcenia zawiera po prawej stronie wielkości założone f — stałe dla danego typu aparatu, α kąt założony w pierwszej fazie fotografowania — natomiast zmienną niezależną wpływającą na ψ — wartość przekształcenia jest kąt δ , kąt pochylenia płaszczyzn matówki w drugim etapie fotografowania.

Negatyw przesunięty na wysokość KK_1 musimy obrócić dookoła prostej zbiegu według wartości obliczonej poprzednio z wzorów na ψ i π ,

matówkę zaś nastawiamy w płaszczyźnie maksymalnej ostrości obrazu, czyli znowu na przecięciu się trzech płaszczyzn: matówki, ekranu i obiektywu.

Wykonane po tym nastawieniu naświetlenie da nam diapozytyw przekształcony do założonych wymiarów określonych wartością ψ .

Ponieważ każdy instrument ma indywidualne błędy w rodzaju martwych ruchów w mechanizmach nastawniczych, dlatego w przypadku bardzo dokładnych prac zmierzających np. do eliminowania jednokierunkowych skurczów map wskazane jest posługiwać się szablonami wykonywanymi na kartonie lub na kalce, które ułatwiają nastawienie aparatu w potrzebnych pozycjach. Szablony te mają być sporządzone w oparciu o elementy wyliczone z powyżej podanych wzorów.

Praktyczne wykorzystanie rozwiązanego zadania polegałoby na sporządzeniu pomocniczych tablic, w których dla kolejnych wartości ψ w odpowiednich odstępach znajdziemy wartości α , δ i KK_1 .

ψ	α	δ	KK_1
1.101.0	90	0	0
1.20			
1.30			
1.40			

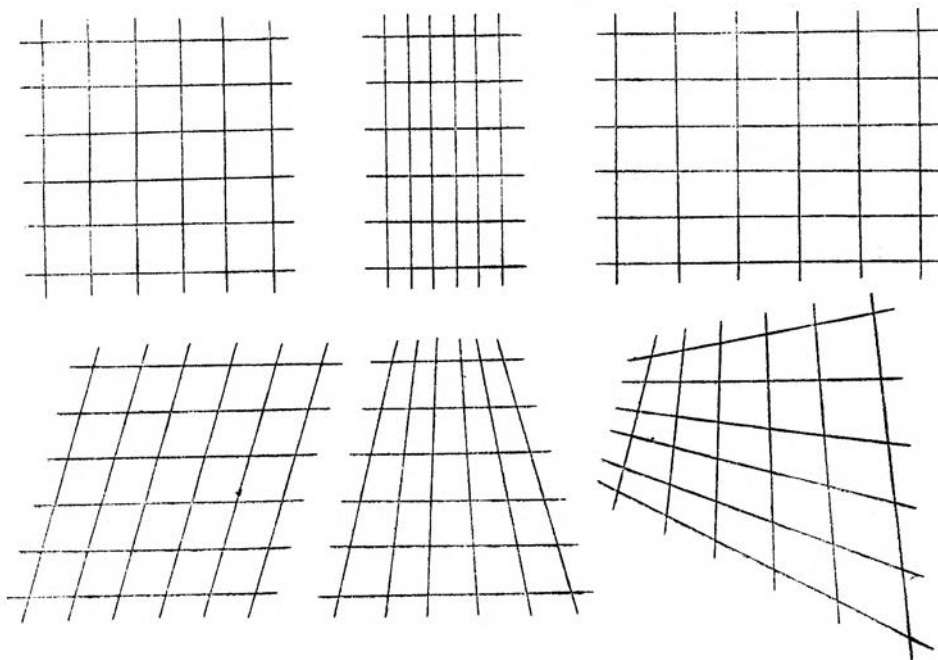
Obliczenie wartości wykazanych w tabeli powinno być wykonane w odstępach wskazanych praktycznymi potrzebami i dokładnością z jaką mamy wykonywać przekształcenie.

Opisana metoda fotografowania przekształcającego może mieć znacznie szersze zastosowanie niż to które zostało tu poruszone w odniesieniu do przekształcania wzorów pism kartograficznych. Metoda ta może być stosowana do przekształcania innych rysunków w których ogólnie ujmując sprawę zagadnienie polegać będzie na przekształceniu kwadratu na prostokąt ewentualnie koła na elipsę.

Przekształcenia takie mogą być wzbogacone przekształceniami kwadratu na dowolny równoległobok lub przekształceniami koła na elipsę o osiach sprzężonych.

Zwracamy uwagę na możliwości jakie widzimy w zastosowaniach tej metody. Korzyści bowiem stąd płynące zapowiadają się istotnie nieprzebiecnie. Jakie efekty można uzyskać tą metodą zilustrujemy na przykładzie pracy kartograficzno-redakcyjnej przy przekształcaniu obrazu map z jednej siatki na inną. Nie zamierzamy tu tego tematu podać w tej chwili w pełnym rozwinięciu; wymaga on jeszcze szeregu szczegółowych opracowań, tym niemniej możliwości jakie daje metoda przekształcania fotograficznego będą wystarczająco na tym przykładzie zilustrowane.

Założmy, że przystępujemy do opracowania pierworysu mapy fizycznej w skali ogólnej. Za materiał źródłowy do wykonania rysunku służą nam mapy szczegółowsze lub mapy w skali tej samej, ale wykonane zazwyczaj w innych odwzorowaniach kartograficznych. Zmiana rysunku najczęściej odbywa się w takich razach przez przerysowanie odręczne w ramach oczek siatki kartograficznej, lub gdy rysunek wymaga większej dokładności dokonuje się tego sposobem zagęszczania siatki. Do podobnych prac bywa jeszcze czasem wykorzystywany pryzmat Lucida który zresztą bardzo nuży oko. Zastosowanie metody fotografowania przekształcającego daje w tym przypadku następujące możliwości, które przedstawiamy w rysunkach schematycznych.

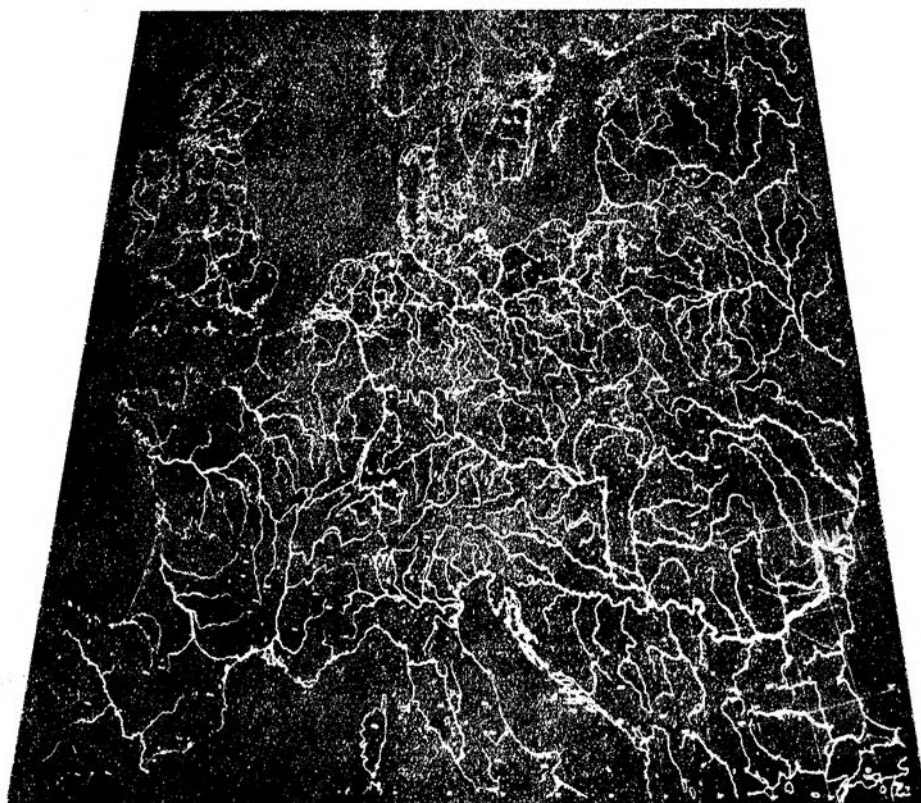


Rys. 11. Schemat siatki kartograficznej w odwzorowaniu walcowym przekształconej w kolejne postaci innych siatek

Znaczenie tych przekształceń, jakimi mogą być podane poszczególne elementy mapy jako pojedyncze oczka siatki kartograficznej czy też jako większe fragmenty, uwypukla się gdy obserwować je będziemy na przykładzie konkretnym siatki wraz z rysunkiem mapy, tak jak to ma miejsce w praktyce przekształcania, gdzie trudność nie polega na zmianie siatki, lecz na zmianie rysunku kartograficznego wewnątrz innej siatki kartograficznej.

Zmiany jakie wykonaliśmy z fragmentem mapy Europy oparte były na tych samych zasadach i na tej samej analizie matematycznej jak opisaliśmy poprzednio dla przekształcania liter. Te same wzory przekształ-

cania wyznaczające wartość ψ i π oraz KK_1 służą i tu za dane wyznaczające pożądane przekształcenie. Zmiany te podobnie jak i przy przekształceniu liter mogą i tu być dowolnie sterowane. Praktycznie sprawę ujmując dopasowanie obrazu mapy źródłowej odbywać się może w oparciu o oczka nowej siatki, którą wyrysować wcześniej należy na kalce i do tak przygotowanego szablonu dopasowujemy obraz mapy na ekranie ewentualnie na matówce.



Rys. 12. Fotografowanie przekształcające fragmentu mapy Europy

Zróbmy jeszcze jedną obserwację dotyczącą przekształcania siatek kartograficznych całej kuli. Użyjemy tu jako odwzorowanie źródłowe odwzorowanie koliste kuli. W przykładzie tym przekształcimy koło na elipsę.

Te i tym podobne przekształcenia odbywające się na drodze przekształceń fotograficznych mogą być ujęte w konkretne formy analityczne. Dla każdego z nowopowstałych w ten sposób odwzorowań można napisać zależność matematyczną wyznaczającą wartość współrzędnych x i y dla punktów węzłowych nowej siatki. Zależności te tworzą się

w sposób bardzo prosty, jeśli bowiem jakieś odwzorowanie pierwotne, które wybraliśmy do przekształcenia wyrażone jest matematycznie funkcjami np.

$$\text{oraz} \quad x = F(\xi, \eta) \\ y = F_1(\xi, \eta)$$

to ponieważ nowe przekształcenia powodują wydłużenia lub skrócenia wartości x i y w określony i proporcjonalny sposób, dlatego nowe odwzorowanie przedstawi się w postaci

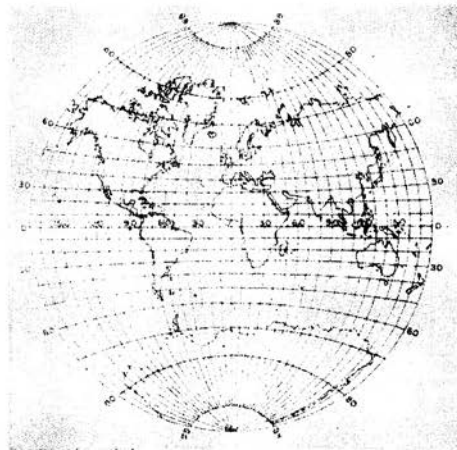
$$x' = \psi F(\xi, \eta), \\ y' = F_1(\xi, \eta).$$

Będzie to zatem proporcjonalne wydłużenie lub skrócenie współrzędnych w kierunku osi x . Może zachodzić zmiana podobna w kierunku osi y z jednoczesną zmianą skali odwzorowania, wówczas funkcje nasze przedstawiałyby się jak następuje:

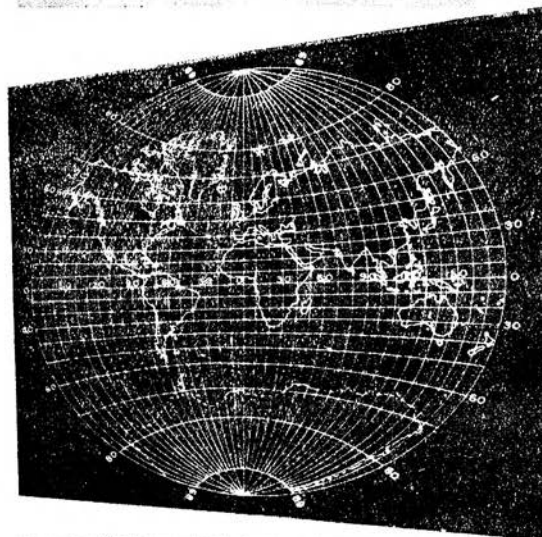
$$x = \pi F(\xi, \eta) \\ y = \psi \pi F_1(\xi, \eta).$$

Poza tymi zmianami możemy wykorzystać przekształcenia wydłużeń i

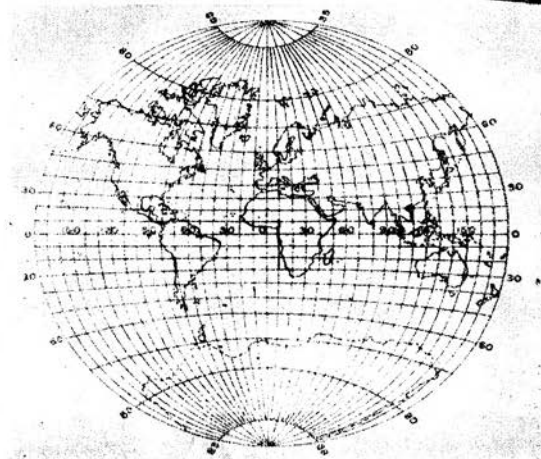
Rys. 13, a, b, c. Siatka kartograficzna z konturem lądów świata w odwzorowaniu kolistym — przekształcona fotograficznie do obrazu eliptycznego, w którym wszystkie równoleżniki i południki z luków kół zostały przekształcone na krzywe eliptyczne.



a)



b)



c)

skróczów ukośnych, które również dają się ująć we wzory matematyczne przy pomocy odpowiednich równań identycznych do tych jakie stosujemy na skręcenie układu współrzędnych.

W każdym z tych przekształceń wartości współczynników ψ i π jest założona lub wyznaczona zgodnie intencją dokonywanego przekształcenia. Zauważymy, że zmieniając dowolnie wartość współczynnika π otrzymamy całą serię przekształceń podobnych do odwzorowania pierwotnego, które stanowić będą rodzinę odwzorowań uzależnionych jedynie wartościami.

Na tych uwagach kończymy omówienie szkicowe możliwości jakie dać może metoda fotografowania przekształcającego. Nie poruszamy tu zupełnie innych ciekawych zastosowań w zakresie techniki, architektury i sztuki.

Podsumowując to cośmy powiedzieli na temat fotografowania przekształcającego, stwierdzić możemy, że metoda ta powinna być rozpowszechniona i że w związku z tym należy:

1. Opracować przystosowanie tej metody do celów redagowania map i na tej drodze szukać zastąpienia dotychczasowych ręcznych sposobów przekształcania rysunku kartograficznego.
2. Wykorzystać tę metodę do przekształcania rysunków różnego typu a także fotograficznego eliminowania jednokierunkowych skurczów map.
3. Opracować typ aparatu fotograficznego specjalnie przystosowany do metody fotograficznego przekształcania.

ФЕЛИЦИАН ПИОНТКОВСКИ

ТРАНСФОРМИРУЮЩАЯ ФОТОГРАФИЯ
ИЗМЕНЕНИЕ ШРИФТА ФОТОГРАФИЧЕСКИМ ПУТЕМ

СОДЕРЖАНИЕ

Автор занимается вопросом трансформирования нормального печатного шрифта на специальную форму, применяемую при печатании карт. Трансформация состоит из изменения формы нормальных печатанных букв, из расширения, сужения, наклона. Обыкновенно желаемую форму придавал буквам шрифта специалист - чертёжник. Автор предлагает заменить эту чертёжную работу трансформирующей фотографией, состоящей из двух основных фаз: в первой получается перспективически перерисованный негатив — в другой фотография трансформирует шрифт в желаемую форму — удлиняя, укорачивая или наклоняя буквы шрифта.

Автор даёт примеры трансформации шрифта и приводит формулы, позволяющие найти зависимость между желаемым изменением шрифта и условиями установки фотографического аппарата.

Формулы на ψ и π позволяют определить изменения масштаба и параметры трансформации. Параметрами этими являются изменения широты, длины и наклона трансформируемых букв.

Применение фотографии при трансформации шрифта является только одним из применений этого метода, могущего быть полезным везде, где, говоря вообще, нужно заменить форму квадрата на прямоугольник или окружности на эллипс.

В форме примера дана трансформация картографического содержания с одной проекции в другую.

FELICJAN PIĄTKOWSKI

TRANSFORMING PHOTOGRAPHING. TRANSFORMATION OF
SHAPE OF THE CHARACTERS BY PHOTOGRAPHIC METHOD

S U M M A R Y

The article discusses the conversion to particular type of normal alphabet letters used for book-printing, and adaptation to map lettering.

This adaptation depends on a tendency of making the characters narrower, or higher without any change of their width, or to incline them to right or left. All these alterations are usually made by hand-drawing and the author suggests to apply photographic method instead. The latter consists of two phases: the first is to receive a negative exaggerated in perspective and the second is to convert thus received trapezium into an elongated or shortened or respectively inclined figure.

The author gives examples of transforming the alphabet letters. Formulae which give the relation between the conditions of adjustment of photographic apparatus, and the demanded changes of letters is also discussed.

The change of scale and transforming change may be received by use of formulae for ψ and π . Transforming change is the increase in height or increase in width of images to be transformed. The proposed method of photographic transformation, applied in this particular case to transformation of characters, may be also applied to many other transformations where there is a trend to a change for instance a square to a rectangle respectively a circle to an ellipse.

The annexed transformation of a cartographic drawing from one cartographic projection into another one is only a simple example how to use the method for technical purposes.

SPIS TREŚCI

STANISŁAW KASPEREK, MIECZYŚLAW PIETRZYKOWSKI	str.
Przykład wyrównania sieci triangulacji wypełniającej z odrzuceniem założenia bezbłędności punktów nawiazania	3
FELICJAN PIĄTKOWSKI	
Fotografowanie przekształcające. Przekształcanie krojów pisma metodą fotograficzną	23

СОДЕРЖАНИЕ

СТАНИСЛАВ КАСПЭРЭК, МЕЧЫСЛАВ ПЕТЖЫКОВСКИ	
Пример уравнивания сети выполняющей триангуляции не соблюдающей принципа безошибочности навязываемых точек	19
ФЕЛИЦИАН ПИОНТКОВСКИ	
Трансформирующая фотография. Изменение шрифта фотографическим путем	41

CONTENS

STANISŁAW KASPEREK, MIECZYŚLAW PIETRZYKOWSKI	
Adjustment of a triangulation net when the determination errors of junction points are taken into account	21
FELICJAN PIĄTKOWSKI	
Transforming photographing. Transformation of shape of the carracters by photographic method	42

