

**WŁASNOŚCI METRYCZNE
WYBRANYCH ODWZOROWAŃ ANAMORFICZNYCH**
METRIC PROPERTIES
OF SELECTED ANAMORPHICAL PROJECTIONS

Sylwia Garbarczyk-Walus

Zakład Kartografii, Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska

Słowa kluczowe: odwzorowania anamorficzne, zniekształcenia odwzorowawcze, kartografia matematyczna

Keywords: anamorphical projections, distortions, mathematical cartography

Wprowadzenie

Odwzorowania anamorficzne, ukierunkowane na plany szczegółowe w dużych skalach, badane są szczególnie intensywnie od kilkunastu lat. Wcześniej, jeden z pionierów na tym polu, Snyder (1987), tworzył globalne odwzorowania anamorficzne całej sfery na płaszczyznę. Dla opracowań w dużych skalach powstała jednak nowa grupa odwzorowań anamorficzych, tzw. techniki dystorsyjne. Techniki te transformują istniejące już w zadanych odwzorowaniach treści map w układzie xoy . Niezależnie od przyjętej metodyki, zastosowanie odwzorowań anamorficzych skutkuje powstaniem nowej mapy, w której jeden lub kilka wybranych podobszarów jest powiększone w stosunku do pozostałej części mapy oryginalnej.

W pracy przedstawione zostanie kilka charakterystycznych odwzorowań anamorficzych, mogących mieć zastosowanie do prezentacji we współczesnych wyświetlaczach i szkicownikach elektronicznych (np. PDA).

Podstawowe założenia teorii wybranych odwzorowań anamorficzych

Trzy, wybrane do szczegółowej analizy, charakterystyczne metody odwzorowań anamorficzych pochodzą z grupy tzw. odwzorowań dystorsyjnych. Zniekształcają one istniejące treści mapy w odwzorowaniu, w którym mapę wykonano. Lokalną zmiennoskalowość w tej grupie odwzorowań otrzymujemy poprzez przekształcanie liniowych elementów mapy za pomocą odpowiednio dobranych funkcji transformujących. Przekształcenia te można sto-

sować wzdłuż jednej osi współrzędnych prostokątnych (przekształcenia jednowymiarowe), wzdłuż obu osi (przekształcenia dwuwymiarowe) oraz w kierunkach radialnych od zadanego ogniska – punktu centralnego (przekształcenia radialne). Przekształcenia radialne stosunkowo dobrze zachowują ciągłość całego transformowanego obszaru. Dlatego też w dalszej części skupimy się na tego typu przekształceniach.

Powierzchnię oryginalnej mapy, przy założeniu że jest to zobrazowanie pozbawione zniekształceń odwzorowawczych, opisuje ogólnie funkcja wektorowa

$$\vec{r} = [x, y] \quad (1)$$

w której tzw. zależności biegunowe opisujące współrzędne prostokątne wyrażają się znanymi formułami

$$\begin{aligned} x &= s \cos \alpha \\ y &= s \sin \alpha \end{aligned} \quad (2)$$

gdzie α jest kątem kierunkowym liczonym prawoskrętnie od przyjętego kierunku początkowego, a s odległością radialną od ogniska. W celu uproszczenia wyводу ognisko przyjmijmy w początku układu współrzędnych xoy . Stąd odległość s , nie uwzględniająca przesunięcia początku układu x_0y_0 , wyraża się zależnością

$$s = s(x, y) = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (3)$$

Nową odległość radialną s' otrzymujemy w wyniku odpowiednich, dla proponowanego odwzorowania, przekształceń oryginalnej odległości s . Wyrazić ją można zależnością $s' = s'(s) = s'(s(x, y)) = s'(x, y)$ Funkcja wektorowa opisująca powierzchnię nowej mapy ma zatem postać

$$r' = \left[x' = \frac{s'(x, y)}{s(x, y)} x, \quad y' = \frac{s'(x, y)}{s(x, y)} y \right] \quad (4)$$

Powyższe założenia przekształceń odległości radialnych mapy w układzie xoy będą w dalszych rozważaniach stanowić uniwersalną kanwę dla wielu transformacji dystorsyjnych. Funkcje te stanowią ujednoczenie wielu koncepcji odwzorowań bazujących na istniejących już mapach w zadanych odwzorowaniach.

Jedną z dystorsyjnie zorientowanych technik prezentacji anamorficznych jest wyświetlanie wieloogniskowe (*polyfocal display*), którą zaproponowali Kadmon i Shlomi (1978). Funkcja transformująca zastosowana dla odległości radialnych ma postać

$$s' = s'(s) = s + \frac{as}{(1 + cs^2)} \quad (5)$$

gdzie a i c są pewnymi stałymi.

Następną, zaproponowaną przez Sarkara i Browna (1992) techniką dystorsyjną jest tak zwane „rybie oko” (*fish-eye-lens*). Efekt rybiego oka można spotkać na zdjęciach wykonanych aparatem z soczewką szerokokątną, która pozornie powiększa obrazy bliskich obiektów, pomniejszając jednocześnie obrazy obiektów dalszych. Wzory techniki rybiego oka mogą być rozważane jako specjalny przypadek wyświetlania wieloogniskowego. Ich dostosowanie w celu transformacji odległości radialnych przyjmuje formę

$$s' = s'(s) = R \frac{(d+1) \frac{s}{R}}{d \frac{s}{R} + 1} \quad (6)$$

gdzie R jest maksymalną przyjętą do transformacji wartością s w danym kierunku radialnym, a d jest pewną stałą.

Kolejną interesującą technikę prezentacji anamorficznych zaproponował Chryssoula Boutoura (1994). Jest to odwzorowanie azymutalne logarytmiczne (LAP). Istota przedstawionego tam rozwiązania polega na wykorzystaniu własności funkcji logarytmicznej do określenia nowego odwzorowania, bazującego na istniejącym już odwzorowaniu azymutalnym danego regionu. Odległość s' wyraża się zależnością

$$s' = s'(s) = R \frac{\ln(1+as)}{\ln(1+aR)} \quad (7)$$

Wszystkie wymienione przekształcenia skutkują przewiększeniem obrazu w otoczeniu wybranego ogniska. Daje to nam możliwość oglądania większych szczegółów w obszarze, który znajduje się w wybranym centrum naszego zainteresowania. Wybrany obszar mapy przedstawiany jest w skali przewiększonej w stosunku do pozostałych części mapy, w których, w zależności od charakteru transformacji, skala jest mniejsza od oryginalnej lub pozostaje niezmienną. Istnieje również możliwość uzyskania wieloogniskowej odmiany danego odwzorowania.

Metodyka wyznaczania zniekształceń odwzorowawczych

Omówione techniki dystorsyjne bazują na strukturach istniejących już map, traktując je jako obrazy oryginalne pozbawione zniekształceń. Pierwotne odwzorowania obciążone są w rzeczywistości właściwymi dla danego typu odwzorowania zniekształceniami odwzorowawczymi, które w rozważaniach nad odwzorowaniami anamorficznymi zostają przez autorów jakgdyby pomijane. W pracy zbadany zostanie wpływ wybranych transformacji na przedstawienia kartograficzne w odwzorowaniu pierwotnym, traktowany jako nieobciążony wcześniejszymi przekształceniami geometrycznymi punkt wyjścia.

Pochodne cząstkowe oraz pierwsze formy kwadratowe układu ortogonalnego xoy mapy pierwotnej opisanej funkcją wektorową (1) mają postać

$$\vec{r}_x = [1, 0], \quad \vec{r}_y = [0, 1] \quad (8)$$

$$E = |\vec{r}_x|^2 = 1, \quad F = \vec{r}_x \circ \vec{r}_y = 0, \quad G = |\vec{r}_y|^2 = 1, \quad H = \vec{r}_x \times \vec{r}_y = \sqrt{EG - F^2} = 1 \quad (9)$$

Natomiast pochodne cząstkowe układu ortogonalnego $x'oy'$ mapy po przekształceniu anamorficznym opisanej funkcją wektorową (4) przedstawiają zależności

$$\frac{\partial x'}{\partial x} = \frac{s'}{s} - \frac{x}{s} \left(\frac{s' \partial s}{s \partial x} - \frac{\partial s'}{\partial x} \right), \quad \frac{\partial x'}{\partial y} = -\frac{x}{s} \left(\frac{s' \partial s}{s \partial y} - \frac{\partial s'}{\partial y} \right), \quad (10)$$

$$\frac{\partial y'}{\partial y} = \frac{s'}{s} - \frac{y}{s} \left(\frac{s' \partial s}{s \partial y} - \frac{\partial s'}{\partial y} \right), \quad \frac{\partial y'}{\partial x} = -\frac{y}{s} \left(\frac{s' \partial s}{s \partial x} - \frac{\partial s'}{\partial x} \right),$$

gdzie

$$\begin{aligned} \frac{\partial s}{\partial x} = \frac{x}{s}, \quad \frac{\partial s'}{\partial x} = k \frac{x}{s}, \\ \frac{\partial s}{\partial y} = \frac{y}{s}, \quad \frac{\partial s'}{\partial y} = k \frac{y}{s}, \end{aligned} \quad \text{oraz} \quad k = \frac{\partial s'}{\partial s} \quad (11)$$

Ostatecznie, pochodne cząstkowe wektora (4) przyjmują postać

$$\vec{r}'_x = \left[\frac{s'}{s} - \frac{x^2}{s^2} \left(\frac{s'}{s} - k \right), \quad -\frac{xy}{s^2} \left(\frac{s'}{s} - k \right) \right], \quad (12)$$

$$\vec{r}'_y = \left[-\frac{xy}{s^2} \left(\frac{s'}{s} - k \right), \quad \frac{s'}{s} - \frac{y^2}{s^2} \left(\frac{s'}{s} - k \right) \right].$$

Na podstawie teorii zniekształceń powierzchni odwzorowawczych (Panaszuk i inni, 1999), lokalne zniekształcenia długości wyrażone jako funkcja kąta kierunkowego A , liczonego prawoskrętnie od kierunku x , wyraża się zależnością

$$\bar{\mu} = \frac{d\vec{r}'}{|\vec{r}'|} = \bar{\mu}_1 \cos A + \bar{\mu}_2 \sin A \quad (13)$$

gdzie

$$\bar{\mu}_1 = \frac{\vec{r}'_x}{\sqrt{E}}, \quad \bar{\mu}_2 = \frac{E\vec{r}'_y - F\vec{r}'_x}{H\sqrt{E}} \equiv \frac{\vec{r}'_y}{\sqrt{G}} \quad (14)$$

przyjmują ostateczne postaci

$$\begin{aligned} \bar{\mu}_1 = \vec{r}'_x &= \left[\frac{s'}{s} - \frac{x^2}{s^2} \left(\frac{s'}{s} - k \right), \quad -\frac{xy}{s^2} \left(\frac{s'}{s} - k \right) \right], \\ \bar{\mu}_2 = \vec{r}'_y &= \left[-\frac{xy}{s^2} \left(\frac{s'}{s} - k \right), \quad \frac{s'}{s} - \frac{y^2}{s^2} \left(\frac{s'}{s} - k \right) \right]. \end{aligned} \quad (15)$$

Badane odwzorowania anamorficzne nie cechują się właściwością równokątności ani równopolowości. Centralny punkt transformacji odwzorowuje się bez zniekształceń we wszystkich wymienionych typach transformacji.

Dla dowolnego punktu P elementarna skala długości w kierunkach osi x' i y' , które w rozpatrywanym odwzorowaniu pokrywają się z osiami x i y oryginału, przyjmuje formuły

$$\vec{\mu}_{x'} = \vec{\mu}_x = \vec{\mu}|_{A=0^\circ} = \vec{\mu}_1, \quad \vec{\mu}_{y'} = \vec{\mu}_y = \vec{\mu}|_{A=90^\circ} = \vec{\mu}_2 \quad (16)$$

Deformacje liniowe w kierunku $A = 0^\circ$ i $A = 90^\circ$, czyli w kierunku osi x' i y' , które pokrywają się z kierunkami osi x i y , liczymy odpowiednio jako moduły $|\vec{\mu}_{x'}|$, $|\vec{\mu}_{y'}|$

$$\begin{aligned} |\vec{\mu}_{x'}|^2 &= \left(\frac{s'}{s}\right)^2 \left[1 - \left(\frac{x}{s}\right)^2 + \left(\frac{xk}{s'}\right)^2 \right] \\ |\vec{\mu}_{y'}|^2 &= \left(\frac{s'}{s}\right)^2 \left[1 - \left(\frac{y}{s}\right)^2 + \left(\frac{yk}{s'}\right)^2 \right] \end{aligned} \quad (17)$$

Ostatecznie deformacje liniowe w kierunku osi x' i y' przyjmują postać

$$\begin{aligned} \mu_{x'} &= \frac{s'}{s} \sqrt{1 - \left(\frac{x}{s}\right)^2 + \left(\frac{xk}{s'}\right)^2}, \\ \mu_{y'} &= \frac{s'}{s} \sqrt{1 - \left(\frac{y}{s}\right)^2 + \left(\frac{yk}{s'}\right)^2}. \end{aligned} \quad (18)$$

Maksymalne i minimalne wartości deformacji liniowych wyrażają się zależnościami (Paniuk i inni, 1999)

$$\begin{aligned} \mu_{\max} &= \frac{1}{2} \left(\sqrt{\psi + 2p} + \sqrt{\psi - 2p} \right), \\ \mu_{\min} &= \frac{1}{2} \left(\sqrt{\psi + 2p} - \sqrt{\psi - 2p} \right), \end{aligned} \quad (19)$$

gdzie

$$P = |\vec{\mu}_1|^2, \quad Q = \vec{\mu}_1 \circ \vec{\mu}_2, \quad R = |\vec{\mu}_2|^2, \quad p = \sqrt{PR - Q^2}, \quad \psi = P + R \quad (20)$$

Na podstawie zależności (16) i (20) otrzymujemy

$$P = \left(\frac{s'}{s}\right)^2 \left[1 - \left(\frac{x}{s}\right)^2 + \left(\frac{xk}{s'}\right)^2 \right] \quad (21)$$

$$Q = -\frac{xy}{s^2} \left[\left(\frac{s'}{s}\right)^2 - k^2 \right] \quad (22)$$

$$R = \left(\frac{s'}{s}\right)^2 \left[1 - \left(\frac{y}{s}\right)^2 + \left(\frac{yk}{s'}\right)^2 \right] \quad (23)$$

$$p = \left(\frac{s'}{s}\right)^2 \sqrt{1 - \left(\frac{x}{s}\right)^2 - \left(\frac{y}{s}\right)^2 + \left(\frac{xk}{s'}\right)^2 + \left(\frac{yk}{s'}\right)^2} = \frac{s'}{s} k \quad (24)$$

$$\psi = \left(\frac{s'}{s}\right)^2 \left[2 - \left(\frac{x}{s}\right)^2 - \left(\frac{y}{s}\right)^2 + \left(\frac{xk}{s'}\right)^2 + \left(\frac{yk}{s'}\right)^2 \right] = \left(\frac{s'}{s}\right)^2 + k^2 \quad (25)$$

i po podstawieniu do (19) oraz stosownie do (2) otrzymujemy

$$\begin{aligned} \mu_{\max} &= \mu_{\alpha} = \frac{s'}{s} \\ \mu_{\min} &= \mu_{\alpha+90^\circ} = k \end{aligned} \quad (26)$$

Maksymalne wartości zniekształceń liniowych otrzymujemy zatem w kierunku zmienności kąta biegunowego α (w kierunku prostopadłym do s), a minimalne w kierunku do niego prostopadłym $\alpha + 90^\circ$, (tj. w kierunku równoległym do s).

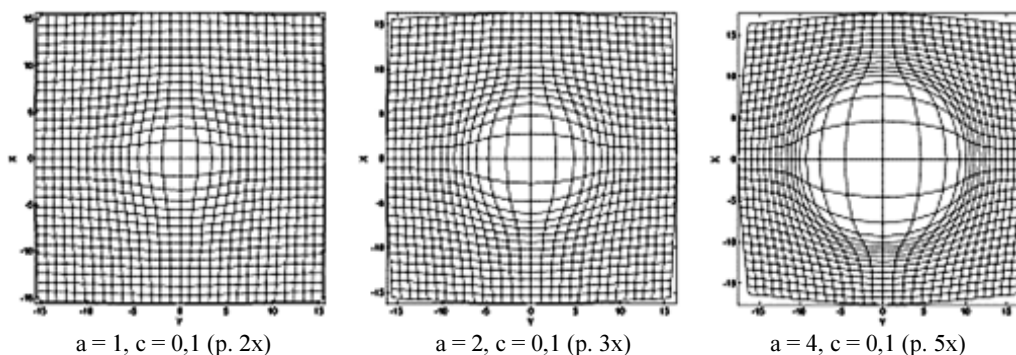
Tabela 1. Zestawienie podstawowych zależności dla wybranych odwzorowań anamorficznych

Odwzorowanie Zmienna	Wyświetlanie wielogniskowe (polyfocal display)	Rybie oko (fish-eye lens)	Odwzorowanie azymutalne logarymiczne
$s' = s'(s) = s'(x, y)$	$s + \frac{as}{(1+cs^2)}$	$R \frac{(d+1)\frac{s}{R}}{d\frac{s}{R}+1}$	$R \frac{\ln(1+as)}{\ln(1+aR)}$
$k = k(s) = \frac{\partial s'}{\partial s}$	$1 + \frac{a - acs^2}{(1+cs^2)^2}$	$\frac{d+1}{(ds/R+1)^2}$	$\frac{Ra}{(1+as)\ln(1+aR)}$
$k_0 = k(s=0)$	$1+a$	$d+1$	$\frac{aR}{\ln(1+aR)}$

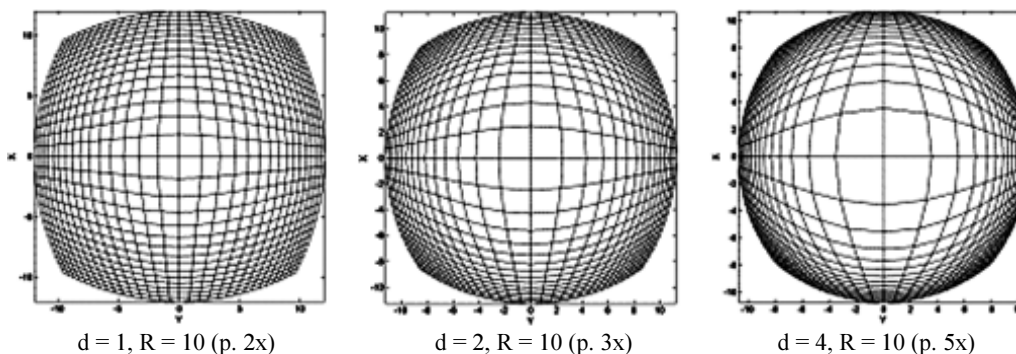
Tabela 1 przedstawia zależności wyrażające odległość radialną s' po transformacji, współczynnik powiększenia k oraz jego wartość k_0 w ognisku dla trzech badanych odwzorowań anamorficznych. Wartość współczynnika k_0 w punkcie $s = 0$ określa nam powiększenie w ognisku. Znając zależności opisujące współczynnik k_0 , możemy wymusić żadaną wielkość powiększenia w ognisku przez odpowiedni dobór współczynników transformacji (a dla wyświetlania wielogniskowego, d dla rybiego oka oraz a i R dla odwzorowania azymutalne-

go logarytmicznego). W prowadzonych badaniach rozpatrzone zostały trzy przypadki: gdy powiększenie w ognisku jest dwukrotne, trzykrotne oraz pięciokrotne.

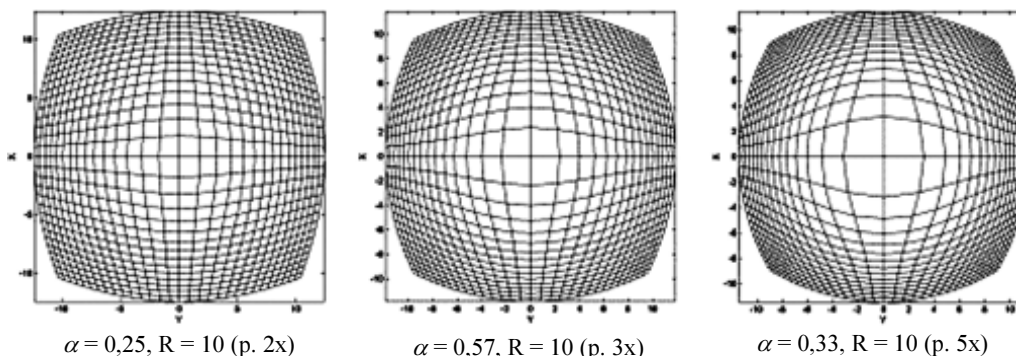
Rysunki 1, 2 i 3 przedstawiają obrazy prostokątnej siatki współrzędnych xoy po wykonaniu odpowiednich transformacji. Wymienione współczynniki zostały dobrane tak, aby powiększenie w ognisku dla każdego typu odwzorowania było porównywalne. Ma to na celu ułatwienie porównania wyników otrzymanych z zastosowania różnych rodzajów transformacji.



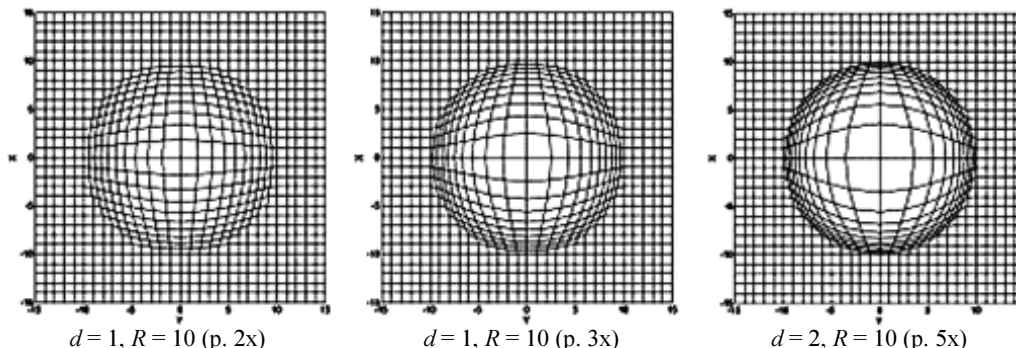
Rys. 1. Siatki w odwzorowaniu wielogniskowym (p. – powiększenie)



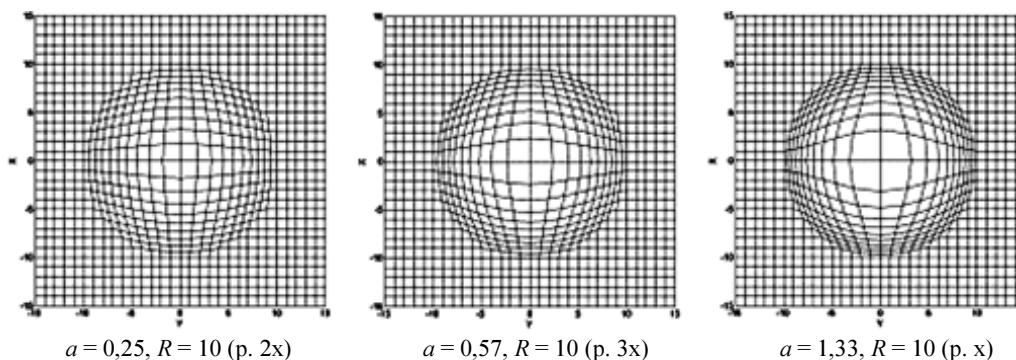
Rys. 2. Siatki w odwzorowaniu typu rybie oko (p. – powiększenie)



Rys. 3. Siatki w odwzorowaniu azymutalnym logarytmicznym (p. – powiększenie)



Rys. 4. Siatki w odwzorowaniu typu Rybie Oko (p. – powiększenie), gdy obszar poza okręgiem o promieniu R nie podlega transformacji



Rys. 5. Siatki w odwzorowaniu azymutalnym logarytmicznym (p. – powiększenie), gdy obszar poza okręgiem o promieniu R nie podlega transformacji

Zastosowane w tych trzech przypadkach transformacje zniekształcają granice oryginalnej mapy tak, że tracą one prostokątny kształt. Może się to okazać percepcyjnie niepokojące przy prezentacji map na prostokątnych wyświetlaczach, gdy na obrzeżach wyświetlacza pozostaną niewypełnione treścią mapy obszary.

W przypadku transformacji typu rybie oko oraz odwzorowania azymutalnego logarytmicznego punkty leżące na okręgu o danym promieniu $s = R$ odwzorowują się bez zniekształceń. Ta bardzo ważna cecha daje nam możliwość podziału transformowanej mapy na dwa obszary – wewnątrz oraz na zewnątrz okręgu o promieniu R . Transformację stosujemy wtedy tylko w obszarze wewnętrznym okręgu, podczas gdy obszar zewnętrzny pozostaje niezmienny. Dzięki temu otrzymamy żądane powiększenie w ognisku i jego sąsiedztwie, jednocześnie zachowując prostokątny kształt brzegów oryginalnej mapy (rys. 4 i 5).

Dla zaprezentowania elips zniekształceń odwzorowawczych wybrano punkty leżące na osi ox . Założenie to przyjęto ze względu na fakt, że dla transformacji radialnych

$$s' = s'(s) = s'(x, y) \quad (27)$$

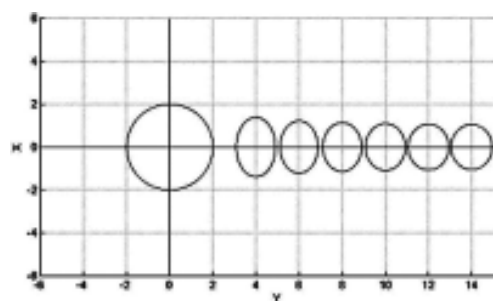
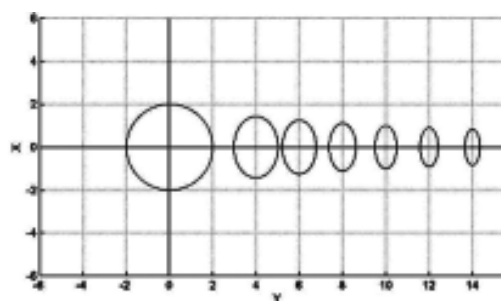
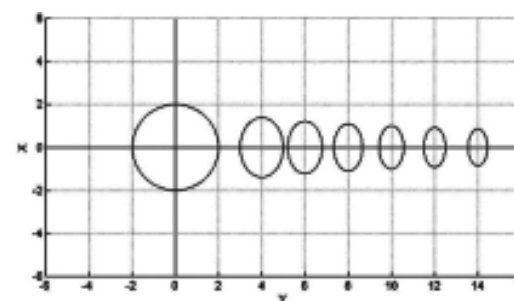
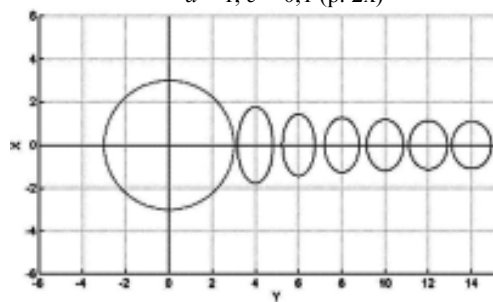
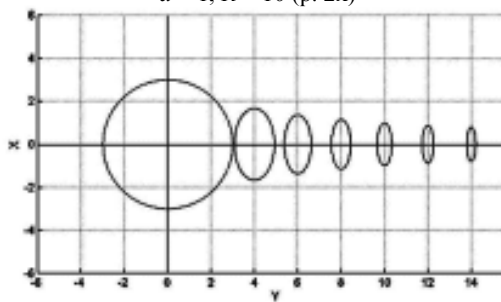
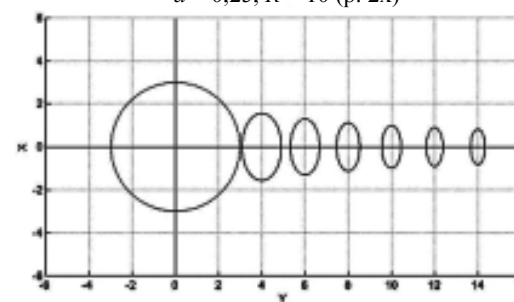
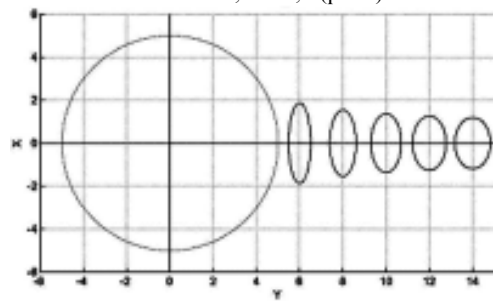
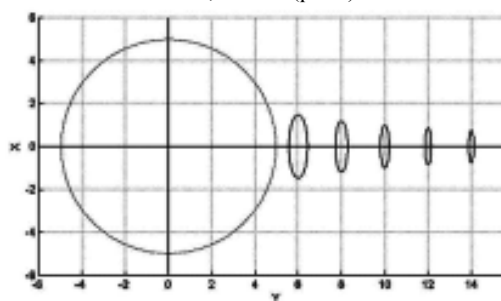
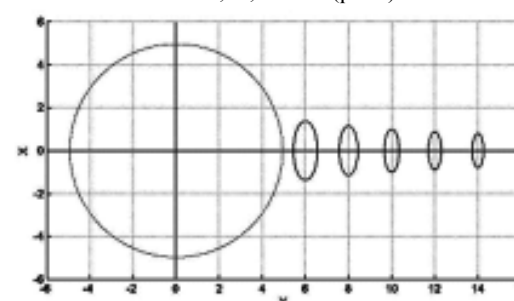
maksymalne i minimalne zniekształcenia są takie same dla danej wartości s , niezależnie od kąta kierunkowego α . Analizując zniekształcenia punktów leżących na liniach prostych roz-

chodzących się radialnie z przyjętego ogniska można dobrze zrozumieć specyfikę pojawiających się zniekształceń. Rysunki 6, 7 i 8 potwierdzają, wskazane na podstawie analiz, kierunki maksymalnych i minimalnych zniekształceń. Dla transformacji typu rybie oko oraz odwzorowania azymutalnego logarytmicznego (tab. 2) widać, że dla punktów na okręgu o zadanym promieniu R nie występują zniekształcenia w kierunku biegunowym α (półos elipsy w tym kierunku ma wartość równą 1). Własność ta daje możliwość stosowania tych transformacji tylko w obszarze ograniczonym promieniem R .

Dla lepszego zilustrowania rozkładu zniekształceń odwzorowawczych dla wybranych typów odwzorowań anamorficznych zamieszczono dane liczbowe w tabeli 2.

Tabela 2. Wartości maksymalnych i minimalnych zniekształceń dla wybranych punktów

	<i>Wyświetlanie wieloogniskowe (polyfocal display)</i>		<i>Rybie oko (fish-eye lens)</i>		<i>Odwzorowanie azymutalne logarytmiczne</i>	
	powiększenie w ognisku: 2x					
współczynniki	a = 1	c = 0,1	d = 1	R = 10	a = 0,25	R = 10
r	μ_{\max}	μ_{\min}	μ_{\max}	μ_{\min}	μ_{\max}	μ_{\min}
1	1,909	1,744	1,818	1,653	1,781	1,596
6	1,217	0,877	1,250	0,781	1,219	0,798
10	1,091	0,926	1,000	0,500	1,000	0,570
14	1,048	0,956	0,833	0,347	0,858	0,443
	powiększenie w ognisku: 3x					
współczynniki	a = 2	c = 0,1	d = 2	R = 10	a = 0,57	R = 10
r	μ_{\max}	μ_{\min}	μ_{\max}	μ_{\min}	μ_{\max}	μ_{\min}
1	2,818	2,488	2,500	2,083	2,371	1,909
6	1,435	0,754	1,364	0,620	1,302	0,678
10	1,182	0,851	1,000	0,333	1,000	0,447
14	1,097	0,912	0,789	0,208	0,824	0,334
	powiększenie w ognisku: 5x					
współczynniki	a = 4	c = 0,1	d = 4	R = 10	a = 1,33	R = 10
r	μ_{\max}	μ_{\min}	μ_{\max}	μ_{\min}	μ_{\max}	μ_{\min}
1	4,636	3,975	3,571	2,551	3,180	2,146
6	1,870	0,509	1,471	0,433	1,375	0,557
10	1,364	0,702	1,000	0,200	1,000	0,350
14	1,194	0,825	0,758	0,115	0,799	0,255


 $a = 1, c = 0,1$ (p. 2x)

 $d = 1, R = 10$ (p. 2x)

 $a = 0,25, R = 10$ (p. 2x)

 $a = 2, c = 0,1$ (p. 3x)

 $d = 2, R = 10$ (p. 3x)

 $a = 0,57, R = 10$ (p. 3x)

 $a = 4, c = 0,1$ (p. 5x)

 $d = 4, R = 10$ (p. 5x)

 $a = 1,33, R = 10$ (p. 5x)

Rys. 6. Elipsy zniekształceń dla punktów w odwzorowaniu wieloogniskowym (p. – powiększenie). Jednostka osi elips zniekształceń równa jest jednostce osi układu xoy

Rys. 7. Elipsy zniekształceń dla punktów w odwzorowaniu typu rybie oko (p. – powiększenie). Jednostka osi elips zniekształceń równa jest jednostce osi układu xoy

Rys. 8. Elipsy zniekształceń dla punktów w odwzorowaniu azymutalnym logarymicznym (p. – powiększenie). Jednostka osi elips zniekształceń równa jest jednostce osi układu xoy

Podsumowanie

Podjęte na przestrzeni ostatnich lat badania nad odwzorowaniami anamorficznymi wskazały pewną drogę rozwiązania problemu dynamicznych prezentacji dużych ilości informacji nagromadzonych w pewnych częściach mapy, a czasami utrudniających selektywne śledzenie i czytanie mapy (np. centra miast lub ich historyczno-zabytkowe dzielnice). W powyższym opracowaniu skoncentrowano się na badaniach zniekształceń wywołanych stosowaniem transformacji anamorficzych po przyjęciu założenia, że mapy oryginalne są obrazami pozbawionymi zniekształceń odwzorowawczych. Takie podejście do tematu daje rozwiązanie cząstkowe, gdyż nie jest uzależnione od typu odwzorowania mapy bazowej. Aby efektywnie wykorzystywać transformacje anamorficzne do zastosowań inżynierskich, gdzie ważne jest odniesienie do rzeczywistego położenia obiektów, należy kontynuować podjęte studia i zbadać analitycznie zjawisko składania zniekształceń odwzorowań cząstkowych od powierzchnioryginału do przekształcenia anamorficznego układu xoy mapy.

Literatura

- Boutoura Ch., 1994: Logarithmic Urban Thematic Mapping in MIS Environment. *Cartographica*, Vol. 31, Number 1, Spring 1994, pp. 41-53.
- Garbarczyk S., 2006: Wybrane aspekty tworzenia odwzorowań anamorficzych, Materiały Sesji Naukowej z okazji 85-lecia Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 9-10 czerwca 2006, s. 41-50.
- Kadmon N., Shlomi E., 1978: A Polyfocal Projection for Statistical Surfaces. *Cartograph. J.* 15, 1, pp. 36-41.
- Panasiuk J., Balcerzak J., Pokrowska U., 1999: Wybrane zagadnienia z podstaw teorii odwzorowań kartograficznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Sarcar M., Brown M.H., 1992: Graphical Fisheye Views of Graphs. Proceedings of CHI'92. ACM, New York, pp. 83-91.
- Snyder J. P., 1987: Magnifying-Glass Azimuthal Map Projections. *The American Cartographer*, Vol. 14, No. 1, 1987, pp. 61-68.

Summary

The lack of uniform distribution of geographical, economic or social phenomena on the Earth surface is natural. The concentration of objects or phenomena typical for some areas is inconsistent with theoretical assumptions in cartographical study that their distribution should be uniform. The problem with presentation of areas with diversified distribution of information occurs quite often. Good examples provide city centers and their historical districts. Responding to the need of presentation of that kind of geographical space maps of wide range scales (so called anamorphical maps) were introduced. This paper concentrates on some important anamorphical projections, which can be used in practice in the future, for example for typical surveying works. For analytical examination of the nature of that kind of projection, the discussion about the distribution of distortions for selected anamorphical projections was carried out. Test calculations were performed and numerical and graphic results let us better know specific features of that kind of projections and realize what are their application possibilities not only in graphic presentation, where efficient visualization is most important, but also in engineering works.

mgr inż. Sylwia Garbarczyk
doktorantka Wydziału Geodezji i Kartografii
Politechniki Warszawskiej
sylwia_pw@op.pl