

KAMILA ŁUCJAN

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
Zakład Kartografii i Geomatyki
k.lucjan@poczta.umcs.lublin.pl

Percepcja treści map animowanych

Zarys treści. Po zwięzłym omówieniu rozwoju kartograficznych metod prezentacji zmian, autorka charakteryzuje rodzaje map animowanych, opisuje ograniczenia poznawcze związane z użytkowaniem animacji oraz proponuje rozwiązania mające na celu

poprawę efektywności przekazu treści map animowanych.

Słowa kluczowe: kartografia, mapy animowane, animacja, percepcja

1. Wprowadzenie

Przez długi okres historii kartografii jednym z podstawowych problemów opracowania map była konieczność sprowadzenia wielowymiarowej rzeczywistości do postaci dwuwymiarowej. Trzeci wymiar wiąże się z przedstawieniem na mapie niektórych cech obiektów lub zjawisk (np. wysokości n.p.m.), zaś czwarty wymiar oznacza czas. Opracowano szereg pośrednich metod prezentacji, wywołujących u odbiorcy wrażenie trójwymiarowości lub dynamiki. Dynamika zjawisk może wiązać się ze zmianą położenia obiektu (jego ruchem w przestrzeni) lub wynikać ze zmienności charakterystyk jakościowych albo ilościowych (dynamika stanu). Wymienione rodzaje dynamiki można także prezentować łącznie. Jednak dopiero rozwój technologii komputerowej, jaki nastąpił w ciągu ostatnich dziesięcioleci, stworzył korzystne warunki do powstania nowych, bezpośrednich metod kartograficznego przedstawiania zmienności zjawisk. Wykorzystanie komputerów ułatwiło zastosowanie techniki animacji do obrazowania dynamiki. Mimo intensywnego rozwoju różnych technik opracowania map, prezentacja dynamiki zjawisk pozostaje dla kartografów istotnym i aktualnym wyzwaniem.

A. Koussoulakou i M.-J. Kraak (1992) zauważają, że kartograf ma do dyspozycji trzy podstawowe sposoby prezentacji zmienności

zjawisk. Na pojedynczej mapie statycznej¹ dynamika jest przedstawiana w sposób pośredni, za pomocą zmiennych graficznych. Przy wyborze jednego z dwóch innych rozwiązań – serii map statycznych lub mapy animowanej, zmienne graficzne nie są używane do przedstawiania zmian. O ile w wypadku serii map statycznych element czasowy jest wnioskowany z następstwa obrazów, prezentujących kolejne etapy rozwoju zjawiska, to animacja pozwala na percepcję dynamiki na podstawie zmieniającego się obrazu. Dynamiczne metody prezentacji zmienności określa się mianem bezpośrednich.

2. Rozwój bezpośrednich metod prezentacji dynamiki

Do lat sześćdziesiątych XX wieku bezpośrednio przedstawianie zmienności czasowo-przestrzennej umożliwiał jedynie film. Pierwsze mapy filmowe obrazujące ruch w sposób dynamiczny wykonano już w latach dwudziestych w Stanach Zjednoczonych. Szczególne znaczenie dla rozwoju map animowanych miał okres II wojny światowej, kiedy to w 1940 r. w Walt Disney Studios stworzono m.in. 30-sekundową czarno-białą kronikę filmową. Jej powstanie wiązało się z ogromnym nakładem pracy i środków,

¹ Do map pojedynczych zalicza się mapy wielofazowe, bilansowe i typów.

gdyż stosowana wówczas technika rysowania każdej klatki z osobna wymagała wykonania tysięcy obrazów na potrzeby jednego krótkiego filmu. Jednak uzyskany obraz nie odznaczał się ani szczegółowością, ani wysokim stopniem realizmu przestrzennego i czasowego.

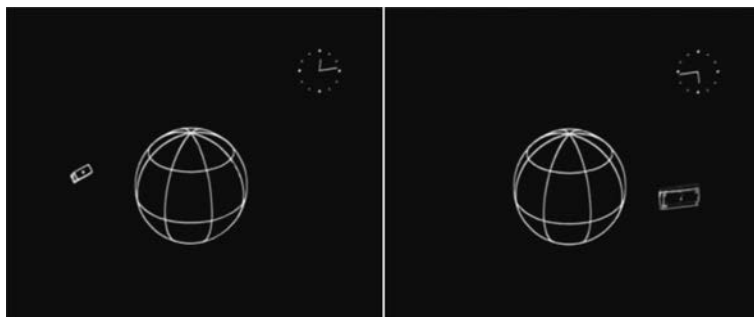
W drugiej połowie lat pięćdziesiątych pojawiły się pierwsze artykuły naukowe dotyczące możliwości zastosowania techniki filmowej w kartografii. W 1959 roku ukazała się publikacja Normana J.W. Throwera pt. *Animated cartography*, w której autor dokonał analizy pięćdziesięciu animacji kartograficznych powstałych w latach 1936–1957 (M.W. Meksuła 1999). W kolejnym artykule N.J.W. Throver (1961) wskazywał na możliwości map animowanych w ilustrowaniu dynamiki związków przestrzennych. Autor twierdził, że popularność rysunku animowanego, osiągnięta głównie za sprawą wytwórni Walta Disneya, powinna być wykorzystana w kartografii. Oswojenie odbiorców z tym rodzajem przekazu spowodowało bowiem zwiększenie efektywności animacji.

Pierwszą animację komputerową wygenerował w 1963 roku Edward Zajac z Bell Laboratories w New Jersey. Przedstawiała ona położenie satelity telekomunikacyjnego poruszającego się po orbicie wokół Ziemi (ryc. 1).

oraz wyświetlania animacji wykorzystali sprzęt komputerowy; w celu uzyskania ruchomego obrazu klatki były filmowane kamerą usytuowaną naprzeciw monitora.

Pierwszą animacją kartograficzną wspomaganą komputerowo, opisaną w publikacji naukowej, było opracowanie Waldo Toblera z 1970 roku, przedstawiające zmiany liczby ludności miasta Detroit. Istotny wkład w rozwój map animowanych wniósł Harold Moellering (1976), który przedstawił wypadki drogowe na terenie Detroit w okresie trzech lat. W roku 1980 H. Moellering skonstruował kolejne mapy animowane obrazujące wzrost liczby ludności Stanów Zjednoczonych w latach 1850–1970. Zdecydował się na nowe (krytykowane później) rozwiązanie – wykorzystanie zmiany perspektywy obserwatora. Zastosowana przez niego metoda doczekała się rozwinięcia w wielu późniejszych opracowaniach (M. Harrower 2004).

Rozwój technicznych aspektów wytwarzania animacji, jaki nastąpił w kolejnych latach, umożliwił stosowanie coraz bardziej zaawansowanych metod prezentacji dynamiki. Ponad 40 lat temu rozpoczął się okres intensywnych przemian w zakresie sprzętu i oprogramowania komputerowego na potrzeby animacji. Początkowo



Ryc. 1. Kadry z animacji wykonanej przez E. Zajaca
(źródło: <http://www.youtube.com/watch?v=m8Rbl7JG4Ng>)

Przeszkody, jakie pokonywali twórcy pierwszych animacji, przedstawia m.in. artykuł *Possibilities for computer animated films in cartography*, opublikowany na łamach „The Cartographic Journal” (B. Cornwall, A. Robinson 1966). Autorzy zastosowali mieszaną technologię – na etapie tworzenia poszczególnych klatek

kowo koszty produkcji animacji były niezwykle wysokie. W połowie lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku wykonywanie map animowanych wymagało sprzętu wartego kilka milionów dolarów, a prace nad 30-sekundowym filmem trwały do sześciu miesięcy. Następne dziesięciolecie przyniosło istotne zmiany dzięki

pojawieniu się komputerów osobistych, a także rozwojowi urządzeń peryferyjnych (monitorów, digitizerów, skanerów) oraz oprogramowania² (M.W. Meksuła 1999).

Z punktu widzenia twórcy animacji niezwykle istotny jest również zdecydowany postęp w dziedzinie metod gromadzenia danych, który dokonał się w ciągu ostatnich trzydziestu lat, powstały bowiem takie nośniki, jak dyskietka, płyta kompaktowa, następnie DVD oraz pamięci flash. Kolejny punkt zwrotny nastąpił, gdy częstotliwość pracy procesorów przekroczyła 200 MHz, a także w związku z wprowadzeniem standardowych formatów zapisu animacji (MPEG, Quicktime).

Istotny wkład w rozwój animacji komputerowej wniosła branża filmowa. W 1983 roku wytwórnia Lucasfilm ukończyła krótki film przedstawiający wirtualną podróż po okolicach San Francisco (*Road to Point Reyes*). Niedługo potem animacji cyfrowej zaczęto używać do tworzenia efektów specjalnych. Również obecnie kinematografia pozostaje, obok przemysłu gier komputerowych oraz militarnego, jednym z głównych stymulatorów rozwoju animacji komputerowej.

Dalszy rozwój sprzętu komputerowego spowodował systematyczne obniżanie kosztów

netowej, jaki nastąpił w ciągu ostatnich dwudziestu lat (głównie pojawienie się WWW), miał duże znaczenie dla kartografii. Upowszechnienie dostępu do sieci i powstawanie coraz bardziej zaawansowanych rozwiązań technicznych wywarło wpływ na różnorodne aspekty procesu tworzenia map. Jak zaznacza M. Harrower (2004), Internet oferuje nowe możliwości dystrybucji i zwiększa dostępność map, co powoduje wzrost popytu na opracowania kartograficzne. Ponadto WWW pozwala na zastosowanie interaktywności, co ma szczególne znaczenie w przypadku opracowań dynamicznych.

Wzrost zainteresowania wykorzystaniem techniki animacji w kartografii, wsparty szeroko rozumianym postępem technologicznym (film, telewizja, sprzęt i oprogramowanie komputerowe, Internet), doprowadził do powstania nowych form bezpośredniego obrazowania zmienności zjawisk. W zależności od specyfiki przedstawianych danych, jak i innych kryteriów (np. przeznaczenia opracowania), wyróżnia się wiele typów animacji kartograficznych.

3. Rodzaje map animowanych

Jednym z ważniejszych kryteriów klasyfikowania animacji jest charakter zależności



Ryc. 2. Przykład animacji temporalnej (wybrane klatki) przedstawiającej zmiany zasięgu imperium Wielkich Mogolów w latach 1500–1850 (źródło: http://sydney.edu.au/arts/timemap/examples/map_animation.shtml)

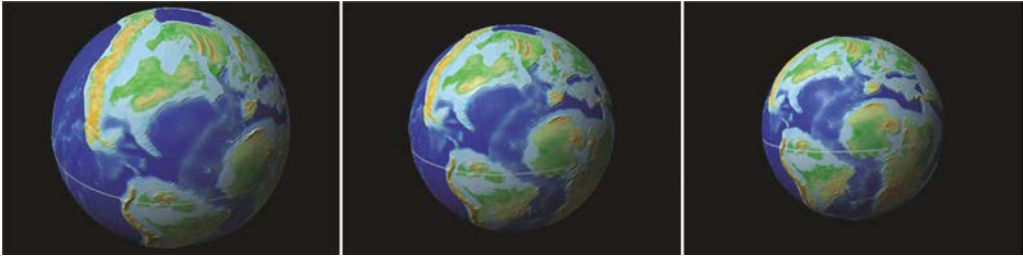
produkcji animacji, a dzięki temu wzrost jej popularności. Obecny poziom techniki stwarza sprzyjające warunki generowania profesjonalnych map animowanych. Istotne jest także to, że komputery znalazły się w powszechnym użyciu, dzięki czemu istnieje znaczna grupa potencjalnych odbiorców map animowanych.

Również gwałtowny postęp technologii inter-

między czasem prezentacji a czasem rzeczywistym. W 1993 r. D. Dransch dokonała podziału map animowanych na dwa podstawowe rodzaje: temporalne i nietemporalne (M.-J. Kraak, A. Klomp 1995).

Animacje temporalne (ryc. 2) charakteryzują się istnieniem bezpośredniego związku między „czasem, w którym dokonuje się prezentacja animacji i czasem rzeczywistym” (M.-J. Kraak, F. Ormeling 1998). Mogą one ilustrować zarówno dynamikę położenia, jak i dynamikę stanu.

² Oprogramowanie do tworzenia animacji takich firm, jak Alias Research oraz Wavefront Technologies.



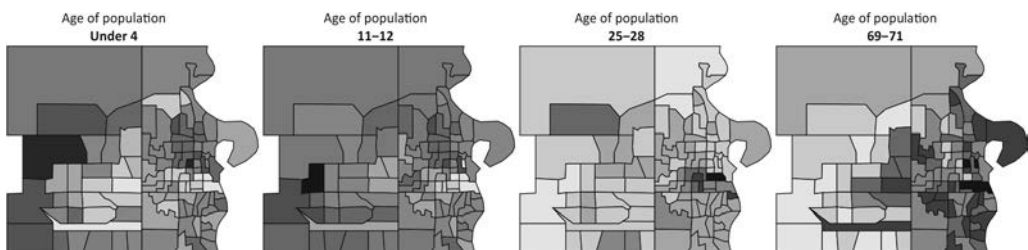
Ryc. 3. Przykład animacji nietemporalnej przedstawiającej rozmieszczenie kontynentów w późnej kredzie (ok. 80 mln lat temu) (źródło: <http://www.scotese.com/pg080anim.htm>)

Animacje nietemporalne obrazują „zmiany wywołane przez czynniki inne niż czas” (M.P. Peterson 1996). Jednym z bardziej popularnych opracowań nietemporalnych jest tzw. przelot, w czasie którego zmianie podlega perspektywa użytkownika (ryc. 3). Kolejnym rozwiązaniem jest sukcesywna rozbudowa, która może następować poprzez dodawanie kolejnych warstw tematycznych lub wyświetlanie wybranych treści w celu pokazania tendencji przestrzennych (ryc. 4).

Animacje nietemporalne są dość pojemną kategorią, w której elementem podlegającym dynamice jest sposób prezentacji danych. Mogą one przedstawiać te same dane m.in. za pomocą różnych metod prezentacji (kartogram, metoda izoliniowa, kropkowa, z zastosowaniem zmiennej liczby przedziałów (ryc. 5) lub przedziałów wyznaczonych różnymi sposobami (ryc. 6), a także w różnych odwzorowaniach kartograficznych. Tego typu opracowania ilustrują wpływ sposobu prezentacji na obraz przestrzenny zjawiska.

P.J. Kowalski (2002) przeprowadził klasyfikację metod dynamicznej prezentacji według kryterium przedmiotu przekształcenia (animacji). Stosuje termin „transformacja” dla zmian treści oraz „metamorfoza” – dla zmian formy. Do transformacji zalicza „przekształcenia odzwierciedlające zmiany położenia, wielkości i charakterystyki obiektów geograficznych”, np. dynamiczne odmiany klasycznych metod prezentacji (izolinie dynamiczne, kartodiagram dynamiczny). Natomiast metamorfozy utożsamia z animacjami nietemporalnymi. Ich dynamika nie wynika ze zmian rzeczywistości zachodzących w czasie, lecz polega np. na zmianie skali i stopnia generalizacji, odwzorowania kartograficznego, metody prezentacji lub kilku tych czynników jednocześnie.

Innym kryterium klasyfikacji map animowanych jest interaktywność: istnienie lub brak narzędzi kontroli, a także ich rodzaj. Uwzględniając kryterium stopnia interaktywności J.P. Ogao (2002) wyróżnił trzy typy animacji. Za najbardziej powszechne uznał animacje przeznaczone tylko do oglądania. Są one z założenia pozba-



Ryc. 4. Przykład animacji nietemporalnej (wybrane klatki) przedstawiającej rozmieszczenie grup wiekowych w mieście Omaha (Nebraska)

(źródło: [http://maps.unomaha.edu/cartographic/animation/Non\)Temporal/SpaTrend.MOV](http://maps.unomaha.edu/cartographic/animation/Non)Temporal/SpaTrend.MOV))



Ryc. 5. Przykład animacji nietemporalnej (wybrane klatki) pokazującej jak liczba klas kartogramu wpływa na obraz zjawiska (źródło: <http://maps.unomaha.edu/cartographic/animation/NonTemporal/GenAnim.MOV>)



Ryc. 6. Przykład animacji nietemporalnej (wybrane klatki) pokazującej jak sposób wyznaczania klas kartogramu wpływa na obraz zjawiska (źródło: http://maps.unomaha.edu/cartographic/animation/NonTemporal/Class_Anim.MOV)

wione narzędzi kontroli lub posiadają minimalne możliwości interakcji. Kolejnym rodzajem są animacje o interaktywnym interfejsie z takimi funkcjami, jak przewijanie w obu kierunkach, pauza i ponowne odtwarzanie. Najbardziej zaawansowane narzędzia oferują użytkownikom animacje o zawartości interaktywnej, pozwalające na ingerencję w prezentowane treści za pomocą przycisków, aktywnej legendy, opcji włączania i wyłączania warstw itd.

Proces redagowania map animowanych wiąże się także z wyborem formatu graficznego. Biorąc pod uwagę techniczne kryterium produkcji, P.J. Gersmehl (1990) wyróżnił siedem typów animacji stosowanych w kartografii, które można zgrupować w dwie główne kategorie. Pierwszym z możliwych rozwiązań jest stosowanie metody klatka po klatce, polegającej na konstrukcji poszczególnych obrazów z osobna i następnie łączenie ich w jeden pokaz. Do stworzenia tego typu animacji niezbędna jest wielka liczba klatek (M.P. Peterson 1995). Obrazy są przechowywane i odtwarzane w formatach rastrowych, takich jak QuickTime, MPEG lub AVI, jednak pliki mają znaczną objętość, co utrudnia ich dystrybucję.

Druga kategoria animacji obejmuje opracowania wektorowe budowane z wykorzystaniem techniki klatek kluczowych. Animacje wektorowe

przypominają jedną z technik animacji filmowej, mianowicie technikę konstruowania klatek za pomocą przezroczystych folii. Każda z klatek animacji może być złożona z wielu warstw. Tworzące warstwę tła elementy niezmiennie są wspólne dla poszczególnych klatek, podczas gdy obiekty podlegające zmianom poruszają się na pierwszym planie. W bardziej wyrafinowanych formach animacji elementy tła oraz pierwszego planu poruszają się jednocześnie. Obiekty mogą podlegać dynamice w wyniku zastosowania procedury zwanej tweeningiem³, polegającej na wykonaniu określonej liczby klatek pomiędzy klatkami kluczowymi (podstawowymi). Technika tweeningu, obejmująca zarówno zmianę położenia obiektów, jak i zmianę ich barwy i kształtu, pozwala na produkcję animacji w czasie krótszym niż w przypadku metody klatka po klatce (M.P. Peterson 1995).

Obecnie wykorzystuje się jeszcze jedną technikę tworzenia animacji – algorytmiczną, „w której ruchomy obraz generowany jest na podstawie informacji zgromadzonej w bazie danych” (T. Opach 2006). W technice tej wielu kartografów widzi przyszłość map animowanych (M.-J. Kraak, F. Ormeling 1998). Jednak

³ Od ang. *in-between* – pośredni, przejściowy, środkowy.

niezależnie od aspektów technicznych wytwarzania animacji wydaje się, że na obecnym etapie rozwoju kartograficznych metod prezentacji dynamiki jednym z najistotniejszych wyzwań jest osiągnięcie odpowiedniego poziomu efektywności map animowanych.

4. Ograniczenia poznawcze związane z odbiorem treści map animowanych

Ze względu na znacznie większe, niż w przypadku map statycznych, ryzyko nieefektywnego przedstawienia informacji oraz czasochłonność produkcji, proces redakcji map animowanych powinien odznaczać się wyjątkową dbałością o osiągnięcie odpowiedniej skuteczności przekazu treści. Wzmoczony wysiłek towarzyszący opracowywaniu animacji wymaga zwrócenia szczególnej uwagi na ich aspekt komunikacyjny. Już na wstępie należy zdecydować, czy mapa animowana pozwoli użytkownikowi na skuteczniejszy i bardziej poprawny odbiór przedstawianych zjawisk niż mapa statyczna, a zatem czy specyfika przedstawianej treści uzasadnia stosowanie dynamicznej formy prezentacji (A. Koussoulakou, M.-J. Kraak 1992).

Większość procesów przestrzenno-czasowych można przedstawić na tradycyjnej mapie. Wybór prezentacji dynamicznej jest wskazany wówczas, gdy prezentacja pewnych treści za pomocą statycznej mapy byłaby trudna lub niemożliwa. Jeśli celem opracowania jest podkreślenie zmienności i płynności przebiegu zjawisk oraz zobrazowanie pewnych prawidłowości przestrzennych, a nie szczegółowych danych, mapy animowane okazują się bardziej odpowiednie (M. Harrower 2003). Zgodnie z zasadą kongruencji (odpowiedniości), do której odwołują się m.in. B. Tversky i współautorki (2002), animacja wydaje się bardziej stosowna do przedstawiania zmienności niż mapa statyczna. Stosowanie animacji kartograficznej powinno jednak poprzedzać zrozumienie jej zalet i ograniczeń oraz świadomość wpływu, jaki ma na odbiorców ten sposób prezentacji.

W związku ze znaczną zmiennością treści (raptownym pojawianiem się i znikaniem znaków), istnieje ryzyko przeoczenia części informacji przedstawionej za pomocą bezpośrednich metod prezentacji dynamiki. Dynamika obrazu sprawia, że realizacja podstawowych zadań związanych z czytaniem mapy, takich jak oszacowanie rozmiaru znaków albo odczytanie

napisów, jest utrudniona. Jest również prawdopodobne, że występowanie ruchu wpłynie negatywnie na postrzeganie różnic zmiennych graficznych. Zatem poszczególne klatki animacji powinny być odpowiednio zgeneralizowane, co dotyczy zarówno warstwy podkładowej, jak i warstwy tematycznej opracowania. Mapy animowane o zbyt dużym stopniu szczegółowości mogą być trudne w odbiorze. Dodatkowe informacje „konkurują” o uwagę odbiorcy z informacjami podstawowymi i zwiększają prawdopodobieństwo przeoczenia istotnych zmian w czasie animacji.

Na obecnym poziomie rozwoju technologii komputerowej ograniczenia towarzyszące opracowaniu map animowanych wynikają głównie z percepcyjnych możliwości użytkownika, a jedynie w niewielkim stopniu z właściwości sprzętu lub oprogramowania. Ze względu na specyfikę obrazów animowanych (obecność ruchu, zmienność) istnieje zwiększone ryzyko (w porównaniu z mapami statycznymi) przekroczenia progu zdolności przetwarzania informacji przez użytkownika.

Wart podkreślenia jest fakt, iż problemy związane z odbiorem treści map animowanych wynikają w większym stopniu z trudności zapamiętywania danych i łączenia ich z dotychczasową wiedzą, niż z postrzegania bieżących zmian. Jeśli na mapie prezentowanych jest jednocześnie wiele elementów treści (tzw. informacja złożona), między którymi występują wzajemne zależności i dodatkowo zachodzą niustannie zmiany treści, a czas przeznaczony na percepcję mapy jest ograniczony, pojawia się niebezpieczeństwo nadmiernego obciążenia poznawczego⁴. Wówczas skuteczność przekazu informacji może ulec wyraźnemu ograniczeniu.

Jak zauważa P. Ayers i współautorzy (2005), animacje stanowią ogromne wyzwanie dla struktur pamięciowych człowieka. Informacja zawarta na mapach dynamicznych jest nietrwała i jeśli nie jest powtarzana, pozostaje w pamięci krótkotrwałej⁵ nie dłużej niż kilka

⁴ Nadmierne obciążenie poznawcze występuje w sytuacji, gdy wymagania związane z przetwarzaniem informacji przekraczają możliwości systemu poznawczego (R.E. Mayer, R. Moreno 2003).

⁵ Wyróżnia się trzy systemy pamięciowe: magazyn informacji sensorycznej, pamięć krótkotrwałą oraz pamięć długotrwałą (T. Maruszewski 2002, P.G. Zimbardo 1999). Pierwszy z nich przechowuje przez bardzo krótki czas (do 0,5 sek.)

sekund. Natomiast w celu poprawnej interpretacji bieżących wydarzeń i zrozumienia całej animacji niezbędne jest, aby użytkownik pamiętał minione klatki. Zatem, aby odciążyc pamięć krótkotrwałą, część informacji musi być niezwłocznie przemieszczona do pamięci długotrwałej. Należy dążyć do poprawy wzajemnego oddziaływania między wymienionymi systemami pamięci oraz do redukcji zbędnego zapotrzebowania na pamięć krótkotrwałą (np. poprzez dbanie o poprawność projektowania interfejsu użytkownika).

J.B. Morrison (2000, za M. Harrowerem 2003) zdefiniowała cztery kluczowe zagadnienia związane z odbiorem treści obrazów animowanych: zanikanie, uwagę, pewność i złożoność. Wokół tych problemów koncentrują się badania i praktyczne działania mające na celu poprawę efektywności map animowanych.

5. Sposoby redukcji obciążenia poznawczego

W celu przewyciężenia obciążenia poznawczego związanego z odbiorem treści map animowanych, można zastosować jedno z dwóch rozwiązań:

1) strukturalizację animacji poprzez umieszczenie instrukcji wstępnych dla użytkownika, podział treści mapy animowanej na fragmenty, ukierunkowanie uwagi użytkownika za pomocą komentarza;

2) zwiększanie stopnia interaktywności.

Stosowanie rozwiązań wymienionych w pierwszym punkcie w widoczny sposób zwiększa skuteczność przekazu treści. Poprzez ukierunkowanie uwagi użytkownika (komentarz, filtrowanie) minimalizują one np. wysiłek wkładany w wyszukiwanie elementów treści niezbędnych do poprawnego zrozumienia całego przekazu informacji.

Jedną z najprostszych strategii stosowanych w celu odpowiedniego ukierunkowania uwagi jest umieszczanie specjalnych dynamicznych

znaków w ważnych momentach przebiegu animacji. Migające ruchome znaki skutecznie przyciągają uwagę odbiorcy, podkreślając w ten sposób wagę danego elementu treści, jednak należy je stosować z umiarem, gdyż mogą irytować i rozpraszać. Także dodatki i wypowiedzi dźwiękowe pomagają we właściwym ukierunkowaniu uwagi użytkownika.

Kwestia ukierunkowania uwagi dotyczy zarówno samej mapy, jak i interfejsu. Zauważalna jest prawidłowość, że im jest on prostszy, tym więcej czasu odbiorca poświęca na odczytywanie zasadniczej treści mapy. Interfejs animacji powinien być możliwie uproszczony, żeby wysiłek niezbędny do jego zrozumienia nie zniechęcał do aktywnego korzystania z mapy.

Jednym z rozwiązań proponowanych w celu zaznajomienia odbiorców z mapą animowaną oraz sposobem jej użytkowania, jest danie krótkiego wprowadzenia do obsługi interfejsu, poprzedzającego właściwy pokaz. Efektywność instrukcji zamieszczanych przed animacją została potwierdzona eksperymentalnie (R.E Mayer i in. 2002). Strategia ta umożliwiła poznanie narzędzi potrzebnych podczas odczytywania treści mapy. Trzeba mieć na uwadze, że odbiorcy są mniej pewni wiedzy uzyskanej za pośrednictwem animacji niż za pomocą obrazów statycznych (L.P. Rieber i M.W. Parmley 1995; J.B. Morrison 2000, za M. Harrowerem 2003).

W celu poprawy efektywności animacji zalecany jest również jej podział na odcinki (T.A. Slocum i in. 1990, M. Monmonier 1992; D.K. Patton i R.G. Cammack 1996, za M. Harrowerem 2007). R.E. Mayer i P. Chandler (2001), a także B.S. Hasler i współautorzy (2006, za M. Harrowerem 2007) przeprowadzili badania, które wykazały, że animacja podzielona na odcinki jest bardziej skuteczna niż ciągły pokaz.

W drugiej grupie rozwiązań, mających na celu redukcję obciążenia poznawczego przez zwiększenie interaktywności, znajdują się narzędzia kontroli pokazu, takie jak możliwość zatrzymania, zmiany tempa lub ponownego odtworzenia. Pozwalają one odbiorcy na indywidualne dostosowanie określonych parametrów pokazu do własnych możliwości percepcji, dzięki czemu znacząco wzrastają szanse na przyswojenie informacji. M. Harrower (2007) twierdzi nawet, że opcja powtórzonego odtworzenia jest niezbędnym elementem dobrze zaprojektowanej mapy animowanej, ponieważ użytkownicy zazwyczaj czują się komfortowo

obraz świata odbieranego za pomocą systemu sensorycznego. Materiał może być następnie przekazany do pamięci krótkotrwałej – systemu o ograniczonej pojemności (do kilku elementów prezentowanego materiału), który zachowuje informację w formie bezpośredniej interpretacji obrazu sensorycznego. Pamięć długotrwała ma teoretycznie nieograniczoną pojemność oraz czas przechowywania, przy czym podstawową trudność związaną z jej wykorzystaniem stanowi uzyskanie dostępu do zgromadzonych informacji.

dopiero po kilkakrotnym obejrzeniu animacji. Powrót do wcześniejszego materiału stwarza możliwość odświeżenia pamięci krótkotrwałej oraz integrację nowej informacji z zawartością pamięci długotrwałej.

Nawiązując do własnych doświadczeń w tworzeniu oraz użytkowaniu map animowanych, jak i do testów przeprowadzonych w ostatnich latach, M. Harrower (2003) przedstawia szereg rozwiązań podstawowych problemów dotyczących odbioru treści animacji. Proste zabiegi pozwalające przezwyciężyć negatywne następstwa raptownej zmienności obrazu to umożliwienie użytkownikowi: a) wielokrotnego obejrzenia animacji, b) zatrzymania animacji i śledzenia zmian „klatka po klatce”, c) indywidualnego dopasowania tempa animacji.

Opinie na temat efektywności stosowania interaktywności do map animowanych są na ogół pozytywne. N. Andrienko i współautorzy (2000) stwierdzają, że odbiór animacji jest najbardziej efektywny wtedy, gdy użytkownik ma wpływ na jej przebieg, a dane przestrzenne mogą być analizowane w różny sposób. Wielu autorów podkreśla zalety stosowania narzędzi kontroli (A. Koussoulakou, M.-J. Kraak 1992; M. Monmonier, M. Gluck 1994; M.P. Peterson 1999), m.in. jako ułatwiających odkrywanie nowych prawidłowości przestrzennych, a B.S. Hasler i współautorzy (2006, za M. Harrowerem 2007) twierdzą, że interaktywność może redukować obciążenie poznawcze podczas odbioru animacji.

Ciekawe wnioski podsumowujące wyniki badań nad stosowaniem narzędzi kontroli map animowanych przedstawiają P. Ayers i współautorzy (2005). Sugerują oni, że wzrost stopnia interaktywności stymuluje użytkownika mapy do włożenia większego wysiłku mentalnego w proces uczenia się, a obecność narzędzi kontroli motywuje go do aktywnego odbioru treści.

Interaktywności nie należy jednak traktować jako uniwersalnego sposobu przezwyciężania problemów związanych z percepcją map animowanych. Z badań T.A. Slocuma i współautorów (2004) wynika bowiem, że narzędzia kontroli są korzystne wtedy, gdy użytkownik chce koncentrować się na szczegółach, podczas gdy animacje nieinteraktywne uwydatniają ogólne tendencje zjawisk i procesów.

Przy projektowaniu map animowanych należy także pamiętać o niezwykle istotnej kwestii po-

działu uwagi⁶, która pojawia się wtedy, gdy materiał (np. mapa i jej legenda) jest umieszczony w oddaleniu. Problem podziału uwagi uznawany jest za jeden z ważniejszych problemów towarzyszących tworzeniu i użytkowaniu animacji kartograficznych (M.-J. Kraak i in. 1997, T. Midtbø 2001, M. Harrower i B. Sheesley 2005). Korzystanie z legendy lub narzędzi kontroli powoduje każdorazowo utratę pewnej części informacji prezentowanych w oknie mapy. Tę trudność można przezwyciężyć poprzez zatrzymanie pokazu, jednak wówczas likwidowany jest efekt animacji, a ponadto zatrzymywanie pokazu przenosi uwagę odbiorcy na obsługę interfejsu.

Podsumowując wyniki prac w tym zakresie R.E. Mayer (2001, za M. Harrowerem 2007) zauważa, że przekaz jest najbardziej efektywny wtedy, gdy powiązane ze sobą elementy (obrazy i ich tekstowe objaśnienia) pojawiają się blisko siebie. W przeciwnym razie konieczność włożenia dodatkowego wysiłku poznawczego w wizualne wyszukiwanie i łączenie danych redukuje zasoby pamięci roboczej. Zjawisko podziału uwagi przyczynia się tym samym do zmniejszenia wydajności procesu uczenia się.

W celu redukcji efektu podziału uwagi zaleca się także łączenie mapy i legendy w wizualną całość i stosowanie dźwiękowej legendy czasowej (M.-J. Kraak i in. 1997). Również R.E. Mayer i R. Moreno (2002) stwierdzają, że powiązane ze sobą materiały powinny być fizycznie zintegrowane (np. objaśnienia umieszczone nie w legendzie, lecz bezpośrednio na mapie).

W przypadku złożonych map animowanych, składających się z wielu komponentów, istnieje tendencja do przyciągania uwagi użytkowników przez elementy dynamiczne kosztem statycznych (T. Opach i in. 2014).

Znaczącą rolę w zmniejszeniu obciążenia poznawczego przy odbiorze map animowanych może odgrywać dźwięk. Na podstawie przeprowadzonych badań R.E. Mayer (2001, za M. Harrowerem 2007) sformułował zasadę modalności, według której percepcja animacji jest skuteczniejsza wtedy, gdy uzupełnia ją komentarz (tekst mówiony), niż kiedy komentarz (tekst pisany) widoczny jest na monitorze. Autor wymienia trzy argumenty przemawiające za stosowaniem wskazówek dźwiękowych w animacji:

⁶ Efekt podziału uwagi (*split-attention effect*) ma miejsce, gdy odbiorca „musi mentalnie zintegrować osobne źródła informacji” (R.E. Mayer 2001, za M. Harrowerem 2007).

a) człowiek posiada naturalne predyspozycje do odbioru dwukanałowego (wzrok i słuch),
b) dodanie drugiego kanału powoduje redukcję informacji przetwarzanej przez pierwszy kanał,
c) dzięki konieczności integrowania reprezentacji wizualnych i werbalnych następuje stymulacja aktywnego przetwarzania poznawczego.

S. Kalyuga i współautorzy (1999) także uważają, że stosowanie dźwięku w animacjach może usprawniać proces uczenia, jednak ich zdaniem nie następuje to wskutek zmniejszenia obciążenia poznawczego lub złożoności pokazu, lecz poprzez wzrost pojemności efektywnej pamięci roboczej. Za pomocą dodatkowego kanału, jak ma to miejsce w prezentacjach audiowizualnych, zostają zwiększone możliwości przetwarzania informacji. M. Harrower (2007) zauważa jednak, że zasada modalności może być mniej skuteczna w odniesieniu do map animowanych niż animacji innego typu. Ze względu na nieliniowy charakter danych przedstawianych na mapach, stosowanie dźwięku okazuje się znacznie bardziej skomplikowane. Z całą pewnością w formie dźwiękowej najłatwiej jest opracować legendę czasową.

Jednym z bardziej zaawansowanych sposobów redukcji obciążenia poznawczego jest stosowanie tzw. wygaszania, czyli stopniowego zaniku z opóźnieniem znaków reprezentujących ważne obiekty lub wydarzenia. Zabieg ten pozwala na ich uwydatnienie, co jest szczególnie istotne w odniesieniu do zdarzeń krótkotrwałych, które przy zobrazowaniu zgodnym ze skalą czasową mogłyby pozostać niezauważone. M. Harrower (2003) uważa, że „egzageracja” czasowa jest analogiczna do przestrzennej, stosowanej podczas symbolizacji na mapach statycznych (np. szerokość znaku drogi jest większa niż jej szerokość wynikająca ze skali mapy).

Wreszcie niezwykle istotny z punktu widzenia skuteczności przekazu treści za pomocą map animowanych jest stopień złożoności opracowania. Mimo że wyniki badań nad wpływem złożoności animacji na percepcję są niejednoznaczne (T. Opach 2007), to umieszczenie nadmiernej ilości informacji z pewnością może skutkować obniżeniem efektywności procesu komunikacji. Efektywne mapy animowane są najczęściej silnie zgeneralizowane, przedstawiając jedynie najważniejsze tendencje i cechy.

Generalizacja treści animacji może przybierać formę filtrowania (np. poprzez prezentację podzbioru danych) lub łączenia danych, naj-

piej w dwie albo trzy klasy (uogólnienie). Konstrukcja legendy oparta na podziale wartości na wysokie, średnie i niskie pozwala na łatwiejsze zrozumienie treści. Ponadto stosowane barwy powinny być łatwe do rozróżnienia i zapamiętania (niewielka liczba wyraźnie zróżnicowanych barw), tak aby użytkownik nie musiał dzielić uwagi między mapę i legendę. Wartości liczbowe wyróżnionych klas mogą być dostępne na żądanie, np. poprzez kliknięcie bezpośrednio na znak punktowy lub powierzchniowy na mapie (M. Harrower 2003).

Specyfika nośnika (monitor lub ekran telewizyjny) oraz zmienność formy animacji mają wielki wpływ na projektowanie znaków. W celu zapewnienia wysokiej efektywności przekazu treści, należy stosować zarówno odpowiednio duże rozmiary pisma, wystarczająco skonstruowane barwy oraz dostateczną grubość linii.

Na podstawie badań prowadzonych w ciągu dwóch ostatnich dziesięcioleci R.E. Mayer i R. Moreno (2003) opracowali zasady projektowania efektywnych obrazów animowanych. Większość z tych zaleceń może znaleźć zastosowanie podczas redagowania map animowanych:

1) kiedy jest to możliwe przenosić obciążenie poznawcze ze wzroku na słuch – wykorzystanie dźwięku wydaje się szczególnie efektywne w wypadku legendy czasowej;

2) umożliwiać zatrzymanie pokazu – wpływa to na zmniejszenie obciążenia poznawczego, lecz likwiduje efekt animacji;

3) zamieszczać instrukcję wstępną – może ona służyć zaznajomieniu użytkownika z obsługą interfejsu, a także stanowić objaśnienie znaków stosowanych na mapie;

4) wobec poruszanej wielokrotnie kwestii obciążenia poznawczego, podczas redakcji map animowanych powinno się uwzględniać tylko najistotniejsze treści, szczególnie w warstwie podkładowej;

5) w celu skierowania uwagi odbiorcy na ważne treści należy stosować do nich mocniejsze barwy, większe rozmiary znaków lub dodatkowe efekty, np. migotanie;

6) ze względu na omówiony wcześniej efekt podziału uwagi należy dążyć do umieszczania powiązanych ze sobą elementów blisko siebie; w wypadku map animowanych dotyczy to przede wszystkim objaśnień użytych znaków;

7) powinno się także zamieszczać objaśnienia znaków w momencie ich pojawiania się, ułatwiając tym samym odbiór treści;

8) w niektórych wypadkach wskazane jest stosowanie redundancji – może ona okazać się przydatna i wpłynąć na poprawę efektywności przekazu treści, np. gdy legenda czasowa ma zarówno formę graficzną, jak i dźwiękową;

9) należy dostosować treści animacji kartograficznych do możliwości percepcyjnych i poziomu wiedzy użytkowników, co jest szczególnie istotne w wypadku opracowań do celów edukacyjnych.

Jednym z interesujących rozwiązań mających na celu poprawę efektywności animacji jest propozycja połączenia zalet map statycznych i animowanych w postaci tzw. animacji półstatycznych. Badanie eksperymentalne przeprowadzone przez A.S. Nossuma (2012) wykazało większą wydajność tej metody prezentacji w stosunku do tradycyjnych map animowanych. Zaprojektowany przez autora nowy typ animacji integruje przeszłość, teraźniejszość i przyszłość. Animacje półstatyczne w każdym momencie ich przebiegu przedstawiają dane dla całego rozpatrywanego okresu (jak na mapie statycznej) oraz jednocześnie ich zmienność w czasie (jak na mapie animowanej). Dzięki zastosowaniu tego rozwiązania w dużym stopniu został przezwyciężony problem zanikania treści.

6. Podsumowanie

Postęp technologii komputerowych, jaki nastąpił w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat, umożliwił intensywny rozwój kartograficznych metod bezpośredniego przedstawiania zmien-

ności zjawisk. Wobec powstawania coraz bardziej zaawansowanych rozwiązań technicznych, istnieje jednak wyraźna potrzeba uzupełnienia podbudowy teoretycznej dotyczącej prezentacji zjawisk dynamicznych. Wskazane jest dążenie do głębszego zrozumienia specyfiki map animowanych i uwzględnienia w procesie redakcyjnym ograniczeń poznawczych związanych z użytkowaniem animacji. Należy także określić, jakiego rodzaju treści mogą być za ich pomocą przedstawiane najbardziej efektywnie oraz jakie sposoby przedstawiania są skuteczne i poprawne metodycznie.

Na podstawie dotychczasowych badań wskazano szereg rozwiązań mających na celu zmniejszenie obciążenia poznawczego, a w konsekwencji poprawę efektywności odbioru treści map animowanych. Spośród podanych zaleceń trudno byłoby wskazać najistotniejsze, szczególnie interesujące i warte podkreślenia są jednak dwa z nich. Pierwsze to stosowanie tzw. wygaszania, a także innych sposobów mających na celu osiągnięcie „egzageracji” czasowej. Rozwiązanie to usprawnia mentalne łączenie bieżących informacji prezentowanych na mapie animowanej z treścią poprzednich lub kolejnych klatek oraz z dotychczasową wiedzą użytkowników. Drugie pełniące podobną rolę rozwiązanie to animacje półstatyczne, w których przez całą długość pokazu widoczne są dane z całego rozpatrywanego okresu. Łączenie funkcjonalności map statycznych i animowanych wydaje się obiecującym kierunkiem rozwoju kartograficznych metod przedstawiania zjawisk dynamicznych.

Literatura

- Andrienko N., Andrienko G., Gatalsky P., 2000, *Supporting visual exploration of object movement. W: Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces AVI 2000*, Palermo, Italy, May 23–26. New York: ACM Press, s. 217–220.
- Ayers P., Kalyuga S., Marcus N., Sweller J., 2005, *The conditions under which instructional animation may be effective*. International Workshop and Mini-Conference on Extending Cognitive Load Theory and Instructional Design to the Development of Expert Performance, 29 August, Heerlen, Netherlands. <<https://www.ou.nl/Docs/Expertise/OTEC/Nieuws/icleps%20conferentie/Ayres.doc>> (dostęp 12.1.2017).
- Cornwall B., Robinson A. 1966, *Possibilities for computer animated films in cartography*. „The Cartogr. Journal” Vol. 3, no. 2, s. 79–82.
- Dransch D., 1993, *Kartographische Animation*. W: *Kartographie und Geo-Informationssysteme, Grundlagen, Entwicklungsstand und Trends*, „Kartographische Schriften” 1. Bonn: Kirschbaum Verlag, s. 3–15.
- Gersmehl P.J., 1990, *Choosing tools: nine metaphors of four-dimensional cartography*. „Cartographic Perspectives” no. 5, s. 3–17.
- Harrower M., 2003, *Tips for designing effective animated maps*. „Cartographic Perspectives” Vol. 44, s. 63–65, <http://www.geography.wisc.edu/~harrower/CP_Harrower2004.pdf> (dostęp 25.10.2005).
- Harrower M., 2004, *A look at the history and future of animated maps*. „Cartographica” Vol. 39, no. 3, s. 33–42, <http://www.geography.wisc.edu/~harrower/pdf/Animation_History.pdf> (dostęp 29.11.2005).
- Harrower M., 2007, *The cognitive limits of animated maps*. „Cartographica” Vol. 42, no. 4, s. 349–357.

- Harrower M., Sheesley B., 2005, *Designing better map interfaces: A framework for panning and zooming*. „Transactions in GIS” Vol. 9, no. 2, s. 77–89, <<http://www.geography.wisc.edu/~harrower/pdf/Zanning.pdf>> (dostęp 29.11.2005).
- Hasler B.S., Kersten B., Sweller J., 2006, *User control as an instructional method to reduce learners' cognitive load in transient animation*. Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA 2006), April 6–11, San Francisco.
- Kalyuga S., Chandler P., Sweller J., 1999, *Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction*. „Applied Cognitive Psychology” Vol. 13, s. 351–371, <<http://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/methodo/Kalyuga99.pdf>> (dostęp 12.1.2017).
- Koussoulakou A., Kraak M.-J., 1992, *Spatio-temporal maps and cartographic communication*. „The Cartogr. Journal” Vol. 29, no. 2, s. 101–108.
- Kowalski P.J., 2002, *Kartografia dynamiczna – wyzwanie metodyczne i techniczne*. W: *Świat mapy – świat na mapie*. „Główne problemy współczesnej kartografii 2002”. Wrocław: Uniwersytet Wrocławski, Pracownia Atlasu Dolnego Śląska, Zakład Kartografii, s. 137–154.
- Kraak M.-J., Edsall R., MacEachren A.M., 1997, *Cartographic animation and legends for temporal maps: exploration and or interaction*. W: *Proceedings of the 18th ICA/ACI International Conference. Stockholm*, <http://www.geovista.psu.edu/publications/MacEachren/Kraak_etal_97.PDF#search=%22cartographic%20animation%20kraak%20edsall%22> (dostęp 25.10.2005).
- Kraak M.-J., Klomp A., 1995, *A classification of cartographic animations: towards a tool for the design of dynamic maps in a GIS environment*, <<http://cartography.geog.uu.nl/ica/Madrid/kraak.html>> (dostęp 9.4.2013).
- Kraak M.-J., Ormeling F., 1998, *Kartografia, wizualizacja danych przestrzennych*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Maruszewski T., 2002, *Psychologia poznania – sposoby rozumienia siebie i świata*. Gdańsk: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
- Mayer R.E., 2001, *Multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer R.E., Chandler P., 2001, *When learning is just a click away: does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages?* „Journal of Educational Psychology” No. 93, s. 390–397.
- Mayer R.E., Mathias A., Wetzell K., 2002, *Fostering understanding of multimedia messages through pre-training: evidence for a two-stage theory of mental model construction*. „Journal of Experimental Psychology” No. 8, s. 147–54.
- Mayer R.E., Moreno R., 2002, *Animation as an aid to multimedia learning*. „Educational Psychology Review” Vol. 14, s. 87–99, <<https://ydraw.com/wp-content/uploads/2012/04/Stop-Motion-Aids-Multimedia-Learning.pdf>> (dostęp 12.1.2017).
- Mayer R.E., Moreno R., 2003, *Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning*. „Educational Psychologist” Vol. 38, no. 1, s. 43–52, <http://www.uky.edu/~gmswan3/544/9_ways_to_reduce_CL.pdf> (dostęp 12.1.2017).
- Meksuła M.W., 1999, *Problemy kartograficznej prezentacji zjawisk dynamicznych na przykładzie map ludnościowych*. Praca doktorska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin.
- Midtbø T., 2001, *Perception of time variables on dynamic maps*. W: *Proceedings of the 20th International Cartographic Conference. 6–10 August, Beijing, China* [CD-ROM].
- Moellering H., 1976, *The potential uses of a computer animated film in the analysis of geographical patterns of traffic crashes*. „Accident Analysis & Prevention” Vol. 8, s. 215–227.
- Moellering H., 1980, *The real-time animation of three-dimensional maps*. „The American Cartographer” Vol. 7, no. 1, s. 67–75.
- Monmonier M., 1992, *Authoring graphic scripts: experiences and principles*. „Cartography and Geographic Information Science” Vol. 19, no. 4, s. 247–60.
- Monmonier M., Gluck M., 1994, *Focus groups for design improvement in dynamic cartography*. „Cartography and Geographic Information Science” Vol. 21, no. 1, s. 37–47.
- Morrison J.B., 2000, *Does animation facilitate learning? An evaluation of the congruence and equivalence hypotheses*. Praca doktorska, Department of Psychology, Stanford University.
- Nossum A.S., 2012, *Semistatic animation – integrating past, present and future in map animations*. „The Cartogr. Journal” Vol. 49, no. 1, s. 43–54.
- Ogao J.P., 2002, *Exploratory visualization of temporal geospatial data using animation*, <http://www.itc.nl/library/Papers/phd_2002/ogao.pdf#search=%22ogao%20Exploratory%20visualization%20of%20temporal%20geospatial%20data%20using%20animation%22> (dostęp 7.7.2006).
- Opach T., 2006, *Z problematyki wykorzystania animacji w kartografii*. „Polski Przegl. Kartograf.” T. 38, nr 4, s. 301–315.
- Opach T., 2007, *Eksperymentalne badania wpływu złożoności map animowanych prezentujących dynamikę zjawisk na ich percepcję. Współczesne problemy metodyki kartograficznej*. „Prace i Studia Kartograficzne” T. 1. Red. M. Sirko, P. Cebrykow, Lublin, s. 200–209.
- Opach T., Gołębiowska I., Fabrikant S.I., 2014, *How do people view multi-component animated maps?* „The Cartogr. Journal” Vol. 51, no. 4, s. 330–342.
- Patton D.K., Cammack R.G., 1996, *An examination of the effects of task type and map complexity on sequenced and static choropleth maps*. W: *Cartographic design: Theoretical and practical perspec-*

- tives. Red. C.H. Wood, P. Keller, Chichester, UK: Wiley, s. 237–52.
- Peterson M.P., 1995, *Interactive and animated cartography*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Peterson M.P., 1996, *Between reality and abstraction: non-temporal applications of cartographic animation*, <<http://maps.unomaha.edu/AnimArt/article.html>> (dostęp 25.4.2013).
- Peterson M.P., 1999, *Active legends for interactive cartographic animation*. „International Journal of Geographic Information Science” Vol. 13, no. 4, s. 375–83, <<http://maps.unomaha.edu/AnimArt/ActiveLegend/Peterson.pdf>> (dostęp 12.1.2017).
- Rieber L.P., Parmley M.W., 1995, *To teach or not to teach? Comparing the use of computer-based simulations in deductive versus inductive approaches to learning with adults in science*. „Journal of Educational Computing Research” Vol. 13, s. 359–374, <<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.2190/M8VX-68BC-1TU2-B6DV>> (dostęp 12.1.2017).
- Slocum, T.A., Robeson S.H., Egbert S.L., 1990, *Traditional versus sequenced choropleth maps: An experimental investigation*. „Cartographica” Vol. 27, no. 1, s. 67–88.
- Slocum T.A., Sluter R.S., Kessler F.C., Yoder S.C., 2004, *A qualitative evaluation of MapTime, a program for exploring spatiotemporal point data*. „Cartographica” Vol. 39, no. 3, s. 43–68.
- Thrower N.J.W., 1959, *Animated cartography*. „The Professional Geographer” Vol. 11, no. 6, s. 9–12.
- Thrower N.J.W., 1961, *Animated cartography in the United States*. „International Yearbook of Cartography” Vol 1, s. 20–30.
- Tobler W.R., 1970, *A computer movie simulating urban growth in the Detroit region*. „Economic Geography” Vol. 46, s. 234–240.
- Tversky B., Morrison J.B., Bétrancourt M., 2002, *Animation: Can it facilitate?* <[2http://serc.carleton.edu/files/NAGTWorkshops/visualize04/Tversky_2002.pdf#search=%22Animation%3A%20Can%20it%20Facilitate%3F%22](http://serc.carleton.edu/files/NAGTWorkshops/visualize04/Tversky_2002.pdf#search=%22Animation%3A%20Can%20it%20Facilitate%3F%22)> (dostęp 29.11.2005).
- Zimbaro P.G., 1999, *Psychologia i życie*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Źródła internetowe

- <http://maps.unomaha.edu/cartographic/animation/Wausau2.MOV>
- <http://www.youtube.com/watch?v=m8Rb17JG4Ng>
- http://sydney.edu.au/arts/timemap/examples/map_animation.shtml
- <http://www.scotese.com/pg080anim.htm>
- <http://maps.unomaha.edu/cartographic/animation/NonTemporal/SpatTrend.MOV>
- <http://maps.unomaha.edu/cartographic/animation/NonTemporal/GenAnim.MOV>
- http://maps.unomaha.edu/cartographic/animation/NonTemporal/Class_Anim.MOV

Perception of the contents of animated maps

Summary

Intense development of computer technology has taken place in the last several decades made it possible to cartographically present variability of phenomena in a dynamic way. As a result of using animation techniques in cartography there appeared new methods of presentation of changes, referred to as direct. Considering the character of the relation between display time and real time, two basic types of animated maps have been distinguished: temporal and non-temporal. Other criteria of classifying animation are the presence and level of interactivity and the technical criteria of production.

Regardless of the applied classification, perception of the contents of animated maps is one of the main issues, since using animation leads to a significant cognitive load specific for dynamic methods. Fast sequence of data and its quick disappearance can result in omission of some information because

in the case of animated maps there is a higher risk of exceeding perception potential of users than in the case of static maps.

Higher efficiency of animated map perception can be achieved by applying methods of cognitive overload reduction determined through experimental research. The most important of them are: using control tools, directing attention with dynamically blinking lights, locating connected objects close to one another, using sound, adapting generalization level to the characteristics of moving images and accounting for the age and experience of map users.

Among more sophisticated solutions are such elements as so-called decay and a combination of static and animated map features in the form of semi-static animations.

Keywords: cartography, animated maps, animation, perception

Niniejszy tekst jest polską wersją artykułu: K. Łucjan, *Perception of the contents of animated maps*. „Polish Cartographical Review” Vol. 48, 2016, no. 4, pp. 149–160, DOI: 10.1515/pcr-2016-0015.

W przypadku cytowania należy podawać wersję pierwotną (w języku angielskim).