

# **METODYKA ZWIĘKSZANIA POTENCJAŁU INFORMACYJNEGO ORAZ PÓLAUTOMATYCZNEGO OPRACOWYWANIA TYFLOMAP**

Autor: mgr inż. Jakub Wabiński

Promotor: dr hab. inż. Albina Mościcka, prof. WAT

Osoby niewidome i słabowidzące (ONS) czytają mapy dotykiem i/lub w ograniczonym stopniu uszkodzonym wzrokiem, które mają znacznie niższą rozdzielczość niż wzrok nieuszkodzony. Dlatego też opracowywane dla nich mapy (tyflomapy) mają mocno uogólnioną treść – pojedynczy arkusz mapy przekazuje niewielką ilość informacji. Opracowywanie takich map jest skomplikowane i czasochłonne, zaś koszty produkcji bardzo wysokie. Ponadto, istniejące dotychczas rozwiązania automatycznego generowania tyflomap nie uwzględniały właściwej generalizacji danych przestrzennych, przez co wynikowe mapy były nieczytelne. Brakowało także rozwiązań do automatycznego generowania tyflomap tematycznych. Wynika to między innymi z ograniczeń wykorzystywanych dotychczas metod produkcji, ale także braku jednoznacznych wytycznych dotyczących sposobu opracowywania tyflomap.

Przeprowadzone prace wstępne umożliwiły mi zidentyfikowanie problemów badawczych związanych z opracowywaniem tyflomap, które rozwiązałem w ramach cyklu składającego się z pięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych. W swojej rozprawie zaproponowałem metodykę obejmującą dwa podstawowe zagadnienia: zapewnienie wyższego potencjału informacyjnego tyflomap oraz zdefiniowanie jednoznacznych zasad opracowywania tyflomap tematycznych wraz z automatyzacją części etapów tego procesu.

Wysoki potencjał informacyjny map uzyskałem bazując na zasadach semiotyki i modyfikując sposób projektowania znaków tyflokartograficznych, poprzez wykorzystanie pełnego zakresu zmiennych haptycznych i graficznych, w tym różnicowania wysokości znaków. Udowodniłem, że dzięki dowolności w projektowaniu i druku znaków tyflokartograficznych, którą zapewnia technika druku 3D, możliwe jest zwiększenie ilości informacji przekazywanych za pomocą pojedynczych znaków (aspekt semantyczny), a w konsekwencji także całej tyflomapy, oraz uzyskanie lepszej czytelności jej rysunku. Wykonałem eksperyment, dzięki któremu wykazałem, że możliwe jest zmniejszenie odstępów pomiędzy elementami treści mapy do poziomu 1 mm z dotychczas rekomendowanych 3-5 mm (aspekt syntaktyczny), co umożliwiło umieszczenie więcej treści na mapie, a w konsekwencji, zwiększyło ilość informacji przekazywanych za pomocą tyflomapy. Do oceny ilości tej

informacji wykorzystałem wartość informacyjną. Wartość tę wyznaczyłem za pomocą dwóch miar wykorzystywanych w klasycznej kartografii – strukturalnej miary informacji oraz współczynnika wydajności informacyjnej, które zaadaptowałem na potrzeby oceny tyflomap. Wykazałem, że zaproponowane przeze mnie rozwiązania zwiększają wartość obu tych miar, natomiast czytelność i użyteczność wyników tyflomap potwierdziłem w trakcie testów z udziałem ONS, wykorzystując metody sondażu diagnostycznego.

W celu zdefiniowania jednoznacznych zasad opracowywania tyflomap tematycznych wykorzystałem metody krytycznej oraz systematycznej analizy literatury, jak również analizy i syntezy, żeby zaproponować sposób postępowania przy opracowywaniu tyflomap. Zdefiniowałem optymalne kryteria redakcji kartograficznej (uwzględniające generalizację), jak również parametry mające wpływ na czytelność map. Rozwiązania te bazują na zagadnieniu warstw kotwiczących (anchor layers), które wykorzystałem do przygotowania treści podkładowej, do której następnie dopasowywane są treści tematyczne. Precyzyjnie zdefiniowałem mierzalne parametry dotyczące zarówno cech geometrycznych znaków tyflokartograficznych, jak i redakcji treści mapy, które mają wpływ na czytelność i powinny być dobierane pod kątem konkretnej techniki druku (w tym przypadku druku 3D). W procedurze opracowywania tyflomapy zaimplementowałem moje rozwiązania zwiększające wartość informacyjną oraz zaproponowałem algorytmy umożliwiające pełną automatyzację najtrudniejszych etapów związanych z generalizacją danych przestrzennych, w tym selekcję, wygładzanie, wyrównywanie i przesuwanie elementów treści tyflomap.

Weryfikację metodyki przeprowadziłem opracowując prototyp hybrydowej tyflomapy, składający się z przezroczystej warstwy dotykowej dla osób niewidomych i wysoce kontrastowej warstwy graficznej dla osób słabowidzących. Prototyp zweryfikowałem podczas sesji badawczych z udziałem ONS, które potwierdziły jego czytelność i użyteczność. Uzyskane wyniki potwierdziły, że wykorzystanie dodatkowych zmiennych haptycznych zwiększa wartość informacyjną tyflomap, zaś parametryzacja procesu opracowywania mapy umożliwia automatyzację jego najtrudniejszych etapów, zapewniając powtarzalność generowanych tyflomap.

Zaproponowana przeze mnie metodyka znacznie redukuje subiektywność opracowywania tyflomap tematycznych oraz obniża koszty ich produkcji i czas opracowywania. Ponadto, może być w łatwy sposób modyfikowana i parametryzowana na potrzeby innych opracowań kartograficznych, dzięki czemu generowanie tyflomap w przyszłości będzie łatwiejsze, szybsze i tańsze niż dotychczas, co przełoży się na ich większą dostępność dla ONS.

# **METHODOLOGY FOR INCREASING THE INFORMATION VALUE POTENTIAL AND SEMI-AUTOMATIC TACTILE MAPS DEVELOPMENT**

Author: mgr inż. Jakub Wabiński

Supervisor: dr hab. inż. Albina Mościcka, prof. WAT

People with visual impairments (PVI) read maps using their sense of touch or, to a limited extent, damaged sight, that are characterised by a much lower resolution than that of a person without visual impairments. Therefore, the maps developed for PVI (called tactile maps), have highly simplified content – a single map sheet conveys a small amount of information. The development process of such maps is complicated, expensive and time-consuming. Moreover, the existing solutions for the automatic generation of tactile maps do not consider the proper generalisation of spatial data and thus, the resulting maps are illegible by PVI. There was also a lack of solutions for the automatic generation of thematic tactile maps. This is due, inter alia, to the limitations of the hitherto used production methods but also due to the lack of unequivocal guidelines on how to develop tactile maps.

The preliminary research that I carried out allowed me to identify research problems related to the development of tactile maps that I solved in a cycle of five thematically related research papers. In my dissertation, I proposed a methodology covering the two main issues: ensuring a higher information potential of tactile maps and defining unambiguous rules for the development of thematic tactile maps along with the automation of the selected stages of this process.

I obtained the high informational potential of maps basing on the principles of semiotics and by modifying the way of designing signs on tactile maps as well as using the full range of haptic and graphic variables, including the height differentiation of signs. I have proved that thanks to the freedom in designing and printing of signs on tactile maps, which is provided by the 3D printing technique, it is possible to increase the amount of information transmitted by single signs (semantic aspect) and, consequently, the whole tactile map, as well as to obtain its better legibility. I carried out the experiment that helped me prove that it is possible to reduce the spacing between map content elements to 1 mm from the 3-5 mm recommended so far (syntactic aspect), which allowed to place more content on the map sheet and, consequently, increased the amount of information provided by the tactile map. I used the concept of information value to estimate the amount of this information. I calculated this value by applying

two measures used in classic cartography – the structural measure of information and the information efficiency coefficient, which I adapted for the purpose of tactile maps assessment. I have shown that the solutions I propose increase the value of both of these measures, while the legibility and utility of the resulting tactile maps were confirmed during study sessions with the participation of PVI, using the diagnostic survey method.

In order to define unequivocal rules for the development of thematic tactile maps, I applied the methods of critical and systematic literature review, as well as analysis and synthesis, to propose the procedure for their development along with the optimal criteria for cartographic editing (taking into account generalisation), as well as parameters impacting the map's legibility. These solutions are based on the concept of anchor layers that I used to prepare the background content, to which the thematic content is then adjusted. I precisely defined the measurable parameters concerning both: the geometrical properties of the signs on tactile maps and the cartographic editing of the map content, which affect the legibility and should be adjusted to the selected printing technique (in this case 3D printing). In the tactile map development procedure, I implemented my solutions for increasing the information value and proposed the algorithms enabling full automation of the most difficult stages related to the generalisation of spatial data, including selection, smoothing, aligning and displacement of tactile map content.

I verified the methodology by developing a prototype of a hybrid case study tactile map, consisting of a transparent tactile overlay for the blind and a highly contrasting graphic underlay for the visually impaired. The prototype was verified during study sessions with PVI, confirming its legibility and utility. The obtained results confirmed that the use of additional haptic variables increases the information value of tactile maps, whereas parametrization of the map development process enables the automation of its most difficult stages, ensuring the repeatability of the generated maps.

The methodology I proposed significantly reduces the subjectivity of the development of thematic tactile maps and lowers the costs and time related with their production. In addition, it can be easily modified and parameterized for the needs of other cartographic elaborations, thanks to which the generation of tactile maps in the future will be easier, faster and cheaper than before, which will result in their greater availability for PVI.