

Komputerowe wspomaganie wyboru lokalizacji inwestycji

<https://doi.org/10.33141/po.2008.04.11>

Przeład Organizacji, Nr 4 (819), 2008, ss. 40-43
www.przeładorganizacji.pl
Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa (TNOiK)

Kesra Nermend

Wprowadzenie

Podstawowym problemem osoby podejmującej decyzję o lokalizacji inwestycji jest wybór optymalnego miejsca. Wybór ten musi uwzględniać wiele czynników, takich jak na przykład: możliwości zbytu produkowanego towaru na rynku w pobliżu inwestycji, możliwości transportowe do punktu odbioru, dostępna siła robocza itd. Wielość czynników sprawia, że znalezienie optymalnej lokalizacji jest bardzo złożoną kwestią. Mogą tu jednak wspomóc inwestora systemy informatyczne wyposażone w algorytmy opierające się na metodach z obszaru wielowymiarowej analizy porównawczej, wielokryterialnej, prognostycznej itp. Systemy te należą do klasy systemów wspomaganie decyzji (DSS – *Decision Support Systems*)¹⁾.

Podstawowym celem systemu wspomaganie decyzji w analizie danych regionalnych jest dostarczenie informacji o stanie rozwoju poszczególnych regionów. Ważne jest także, aby dawał on możliwość oceny rozwoju regionów i porównywania ich po to, aby uzyskać warianty decyzyjne zgodne z określonymi preferencjami decydentów. Taki DSS powinien zatem umożliwiać modelowanie różnych sytuacji rzeczywistych przy uwzględnieniu różnych grup decydentów. Podsumowując, system ten powinien wspomagać rozwiązywanie problemów z zakresu przetwarzania, modelowania danych regionalnych, wykonywania różnych analiz gospodarczych, inwestycyjnych itp. oraz zapewniać atrakcyjną dla użytkownika wizualizację.

Koncepcja systemu

Proponowany w artykule system wspomaganie decyzji (rysunek 1) nie stanowi rozwiązania zamkniętego i umożliwia elastyczną modyfikację jego poszczególnych modułów. Można na przykład dodawać modele do bazy modeli, obsługiwać różne typy baz danych, dołączać narzędzia analityczne. Rozwiązanie to integruje różne elementy technologiczne, takie jak: komponenty WWW interfejsu użytkownika, aplikacje internetowe, moduły obliczeniowe oraz bazy danych tekstowych i bazy zawierające informacje opisane przestrzennie (mapy cyfrowe).

Omawiana koncepcja systemu wspomaganie decyzji w analizie danych regionalnych jest zgodna z ogólną architekturą systemów DSS²⁾, na którą składają się z trzy główne podsystemy: zarządzania bazą danych, zarządzania bazą modeli oraz generowania i zarządzania dialogiem z użytkownikiem.

Przy proponowanej architekturze systemu, użytkownicy, korzystając z przeglądarki WWW pełniąc rolę klienta, mogą komunikować się z serwerem, na którym następuje zasadnicze przetwarzanie danych. Wyniki zapytania do baz systemu są przesyłane na powrót do przeglądarki, którą użytkownik może wykorzystać do prowadzenia dialogu z systemem DSS. Przekazane do przeglądarki informacje zwrotne, także różnego rodzaju obiekty graficzne, są tam odpowiednio interpretowane i wizualizowane. Dzięki posiadaniu podstawowej funkcjonalności GIS³⁾ (*Geographic Information System*) przez komputery klienckie, część przetwarzania odbywa się również na maszynach użytkowników, do których przesyłane są z serwerów odpowiednio spreparowane dane.

System wspomaganie decyzji służący do analizy danych regionalnych powinien umożliwiać korzystanie z wielu regionalnych baz danych. Centralny system zarządzania bazą danych – SZBD⁴⁾ (DBMS – *Database Management System*) systemu DSS musi pełnić rolę integratora, zapewniającego przetwarzanie danych zgodnie z przyjętą metodyką. Moduł bazy danych w systemie wspomaganie analiz regionalnych stanowi centralne miejsce gromadzenia danych pochodzących zarówno z zewnętrznych ośrodków regionalnych, jak i bezpośrednio wprowadzanych przez użytkowników systemu DSS. Dane importowane do systemu z zewnętrznych źródeł przed ich zapisem powinny przejść etap tzw. transformacji oraz integracji. Proponowana koncepcja obejmuje także możliwość pozyskiwania danych z symulatora, za pomocą którego można wygenerować zbiór danych odpowiadających sytuacjom rzeczywistym, a związanych z formalnymi aspektami rozwoju regionalnego.

Na podstawie zawartości baz danych system może odpowiednio dobierać wskaźniki stanowiące podstawę do działań analitycznych, umożliwiając tym samym określenie stopnia rozwoju regionu. Mogą być one również wykorzystane do porównywania regionów między sobą, a ich odpowiedni

dobór determinuje uzyskanie określonych wyników obliczeń, zależnych od przyjętego kontekstu porównań.

W systemie jest przewidywane zaimplementowanie modeli statystycznych oraz modeli bazujących na sztucznej inteligencji, które będą umożliwiać odkrywanie nieznanymi zależności między wskaźnikami. Zastosowanie proponowanych metod wymaga nie tylko znajomości samych metod i problematyki związanej z analizą i oceną rozwoju regionalnego, ale przede wszystkim wiedzy o danym regionie. Do analiz będą wykorzystywane zarówno statystyczne modele liniowe, jak i nieliniowe. W przypadku, kiedy zależność między zmiennymi ma charakter nieliniowy o nieznanym kształcie, konieczne będzie wykorzystanie sieci neuronowych.

Funkcjonowanie systemu

Na podstawie wcześniej przedstawionych założeń został stworzony prototyp systemu, obejmujący wybrane moduły funkcjonalne. Prototyp miał posłużyć do weryfikacji wykonalności funkcji DSS związanych z pozyskiwaniem danych do systemu, generowaniem scenariuszy decyzyjnych oraz wizualizacją wyników w postaci map numerycznych.

Na podstawie przygotowania środowiska systemowego zostały zrealizowane testy, w wyniku których dało się ustalić, czy proponowane rozwiązanie aplikacyjne spełnia główne założenia systemu wspomagania decyzji. Po wykonaniu wielu eksperymentów można było potwierdzić tezę, że system umożliwia decydentowi uzyskanie wariantów decyzyjnych zgodnie z określonymi przez niego preferencjami i są to rozwiązania efektywne, trudne do uzyskania bez wspomaganie komputerowego. Funkcjonalność znana z systemów informacji przestrzennej pozwala na otrzymanie rezultatów obliczeń w postaci czytelnej i zrozumiałej dla użytkownika, czyli w formie map cyfrowych. Zapewnienie jednej z podstawowych cech DSS, czyli elastyczności systemu, umożliwia stopniowe i częściowe opracowywanie poszczególnych modułów systemu.

Pozyskiwanie danych do bazy danych systemu jest realizowane za pomocą odpowiednich okien dialogowych, generowanych dynamicznie w zależności od charakteru pobieranych danych. W trakcie wprowadzania danych system automatycznie sprawdza ich poprawność, przez weryfikację kompletności oraz zgodności z przyjętymi wzorcami. Rozwiązanie to okazuje się wystarczające na etapie budowy prototypu i wstępnego testowania, natomiast w przypadku wczytywania większej liczby danych może się okazać niezadowolające z punktu widzenia ergonomii interfejsu. Zalecanym rozwiązaniem, szczególnie gdy określony zbiór danych będzie stały i możliwe będzie przewidzenie z góry jego rozmiaru, jest zastosowanie odpowiedniego arkusza do wprowadzania danych. Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku pozyskiwania danych z symulatora bądź z zewnętrznych baz danych.

Istotną zaletą proponowanej architektury systemu DSS jest wykorzystanie do jego budowy technologii internetowych. Dostęp do systemu wspomagającego wybór decyzji odbywa się za pomocą przeglądarki WWW, co uniezależnia to rozwiązanie od miejsca jego użytkownika. Można więc praktycznie z dowolnego punktu na kuli ziemskiej przeprowadzać operacje, np. wprowadzania danych, dokonywać złożonych procesów modelowania czy generować scenariusze decyzyjne. Ma to szczególne znaczenie dla potencjalnych inwestorów, którzy w dowolnym czasie i miejscu mogą poszukiwać wariantów najbliższych ich oczekiwaniom.

Kluczowe znaczenie, w kontekście pozyskiwania preferencji użytkownika, ma budowa przyjaznych formularzy, za pomocą których decydenci będą mogli precyzować swoje oczekiwania odnośnie do danej sytuacji decyzyjnej. Na przykład, dla każdego przyszłego inwestora zainteresowanego uzyskaniem mapy z wynikami porównania regionów według określonych kryteriów należałoby udostępnić formularz z możliwością sprecyzowania swoich oczekiwań w postaci wyboru odpowiednich wskaźników.

Proponowany sposób pozyskiwania informacji od użytkowników systemu daje jedynie podstawy do określenia sytuacji aktualnej lub historycznej. Przewidywanie stanów z przyszłości można przeprowadzać na podstawie analiz zmian wskaźników z przeszłości. Alternatywą dla tego rozwiązania jest symulacja komputerowa „naśladująca rzeczywistość”. Takie rozwiązanie daje możliwość uzyskania kilku wariantów rozwoju regionu w zależności od przewidywanych różnych czynników zewnętrznych. Wynik symulacji jest podstawą do określania potencjału regionów i ich porównywania w przyszłości w stosunku do czasu przeprowadzania badania⁵⁾.

Prezentowana koncepcja przewiduje zaimplementowanie symulatora w podsystemie zarządzania bazą modeli. Składa się on z dwóch zasadniczych warstw: symulacyjnej i wizualizacyjnej. Konstrukcja taka pozwoli na wierne odzwierciedlenie pewnego fragmentu rzeczywistości, wygenerowanie wielu wariantów decyzyjnych oraz przeniesienie zasymulowanych sytuacji do dwu- lub trójwymiarowej przestrzeni. Dzięki temu można nie tylko poznać preferencje użytkowników, ale także reakcje na pewne zaistniałe sytuacje.

Sposób działania symulatora umożliwi łatwą jego realizację w technologii obiektowej, gdzie każdy wzorec staje się klasą, na podstawie której tworzone są obiekty. Mechanizm dziedziczenia może być w tym przypadku wykorzystany do tworzenia hierarchicznej struktury wzorców tworzącej drzewo wzorców. Na jego szczycie znajduje się wzorec wzorców zawierający cechy ogólne dziedziczone niżej, na bazie którego tworzone są następne wzorce. Opisują one obiekty bardziej szczegółowo, a im niżej w strukturze drzewa się one znajdują, tym stają się bardziej dokładne. Taka konstrukcja struktury eliminuje konieczność powtarzania elementów w każdym ze wzorców, gdyż wystarczy umieścić powtarzalną cechę obiektu we wzorcu położonym wyżej. Ponadto wzorce mogą zawierać nie

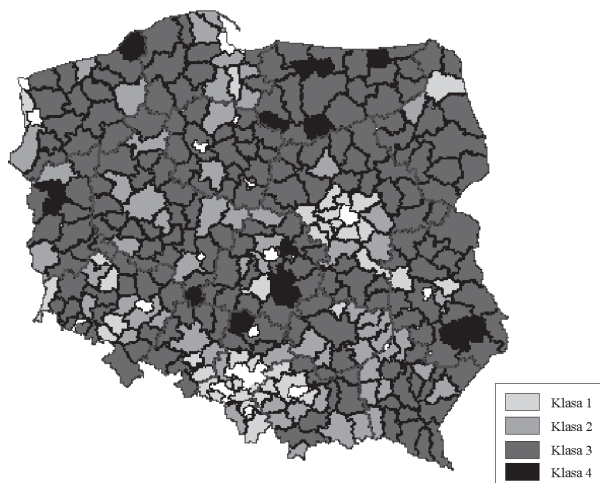
tylko reguły zachowań obiektów, ale także procedury, dzięki czemu mogą obok siebie współistnieć obiekty wykorzystujące różną metodykę w zależności od potrzeb.

W celu zilustrowania działania systemu zostanie przedstawiona analiza możliwości działań inwestycyjnych związanych z lokalizacją dużego centrum handlu materiałami budowlanymi ukierunkowane na inwestorów budujących pojedyncze domy oraz osoby prywatne dokonujące przeróbek i modernizacji istniejących budynków i mieszkań. Rozpatrywane będą cztery przykładowe warianty decyzyjne, w których decydent określa wskaźniki, interesujące go z punktu widzenia planowanej inwestycji (tabele 1-2).

Dla każdego następnego wariantu decyzyjnego (warianty 1-2) użytkownik systemu DSS może dodawać (usuwać, modyfikować) kryteria (wskaźniki) określające jego preferencje inwestycyjne. Wskaźniki te są skategoryzowane, a nazwy grup są prezentowane w tabelach 1-2. Wyszczególnione są również wagi kolejnych wskaźników, determinujące stopień ważności danego kryterium, wagi wskaźników w obrębie danej grupy oraz ich wagi rzeczywiste. Wagi wskaźników mogą być dobierane automatycznie na podstawie zmienności wskaźników lub poprzez decydenta według jego preferencji.

Wariant 1

Najistotniejszymi (według decydenta) kryteriami lokalizacji centrum handlu materiałami budowlanymi są zarobki ludności. Decydują one o sile nabywczej. Inwestycje budowlane wymagają dużych nakładów inwestycyjnych. Otrzymanie kredytu na zakup mieszkania jest uzależnione od wysokości miesięcznych zarobków, stąd najważniejszym kryterium jest przeciętne miesięcznie wynagrodzenie brutto ogółem. Drugim ważnym czynnikiem przy wyborze lokalizacji każdego centrum handlowego jest gęstość zaludnienia. Im jest większa, tym należy się spodziewać większej liczby potencjalnych klientów.



Rys.1. Schematyczny rozkład atrakcyjności regionów dla wariantu 1

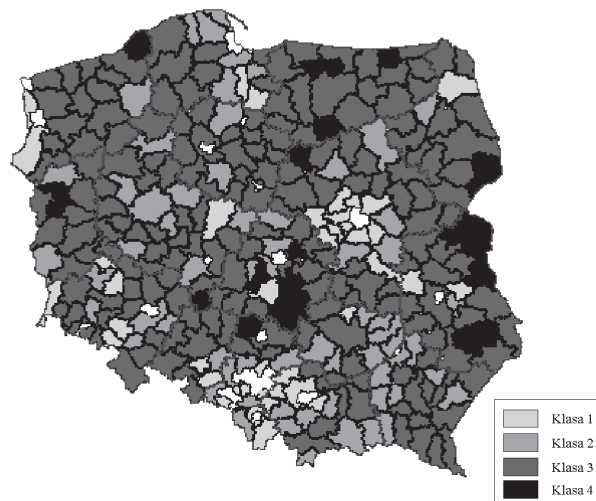
Źródło: opracowanie własne.

Dodatkowym czynnikiem wpływającym na wybór miejsca lokalizacji jest wskaźnik bezrobotnych zarejestrowanych na 100 mieszkańców w wieku produkcyjnym. Decyduje on o możliwości znalezienia potencjalnych pracowników oraz o ich zarobkach, a więc też o kosztach utrzymania centrum handlu materiałami budowlanymi. Bezrobotni są także zapleczem dla firm budowlanych, gdyż stanowią potencjalną siłę roboczą w przypadku zwiększenia zapotrzebowania na prace budowlane. Z drugiej jednak strony, czynnik ten jest negatywny, gdyż bezrobotnych ze względu na brak stałych dochodów nie można zaliczyć do potencjalnych klientów. Zatem, im jest ich więcej, tym mniej opłacalna jest inwestycja. Czynnikiem decydującym jest duża liczba osób o wysokich zarobkach, związana z dwoma pozostałymi wskaźnikami, w związku z czym dla liczby bezrobotnych przyjęto niższą wagę niż dla pozostałych.

Rysunek 2 przedstawia rozkład atrakcyjności regionów dla przyjętego wariantu. Najbardziej atrakcyjne są powiaty położone wokół Warszawy oraz Krakowa. W okolicach tych miast skupionych jest wiele zakładów przemysłowych oraz przedsiębiorstw o różnym charakterze, w tym również handlowym. W związku z tym należy się liczyć z wysoką konkurencją. Korzystniejszymi lokalizacjami mogą się okazać miejsca poza tym obszarem. Przykładem może być powiat tczewski (województwo pomorskie), powiat suwalski (województwo podlaskie) czy też łączyński (województwo lubelskie).

Wariant 2

Wykorzystane w wariacie 1 wskaźniki odzwierciedlają potencjał nabywczy, jednak nie mówią nic o zapotrzebowaniu. Powiaty, w których na skutek dynamicznego rozwoju nastąpił duży wzrost liczby osób dobrze zarabiających, mogą mieć niedostatek mieszkań. W związku z tym zapotrzebowanie na materiały budowlane może być wyższe od tego, które wynikałoby z poziomu wzię-



Rys.2. Schematyczny rozkład atrakcyjności regionów dla wariantu 2

Źródło: opracowanie własne.

Tab. 1. Wybór wskaźników oraz ich wagi dla wariantu 1 w pierwszym scenariuszu decyzyjnym

Nr	Wskaźnik	Grupa	Waga wskaźnika w grupie	Rzeczywista waga wskaźnika
2	Gęstość zaludnienia	Społeczno-demograficzne	100,00%	42,86%
42	Bezrobotni zarejestrowani na 100 mieszkańców w wieku produkcyjnym	Społeczno-ekonomiczne	100,00%	14,29%
47	Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto ogółem	Infrastrukturalno-techniczne	100,00%	42,86%

Źródło: opracowanie własne.

Tab. 2. Wybór wskaźników oraz ich wagi dla wariantu 2 w pierwszym scenariuszu decyzyjnym

Nr	Wskaźnik	Grupa	Waga wskaźnika w grupie	Rzeczywista waga wskaźnika
2	Gęstość zaludnienia	Społeczno-demograficzne	100%	30,77%
33	Liczba izb mieszkalnych na jedną osobę	Infrastrukturalno-techniczne	25,00%	15,38%
34	Przeciętna powierzchnia użytkowa mieszkania na jedną osobę	Infrastrukturalno-techniczne	25,00%	15,38%
42	Bezrobotni zarejestrowani na 100 mieszkańców w wieku produkcyjnym	Społeczno-ekonomiczne	100,00%	7,69%
47	Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto ogółem	Infrastrukturalno-techniczne	50,00%	30,77%

Źródło: opracowanie własne.

tych wcześniej wskaźników. Miernikiem niedostatków na rynku mieszkaniowym są wskaźniki liczby izb mieszkalnych na jedną osobę oraz przeciętna powierzchnia użytkowa mieszkania na jedną osobę. Stanowią one destymulanty.

Rysunek 2 przedstawia rozkład atrakcyjności regionów dla przyjętego wariantu. Widać, że pojawiły się tu nowe powiaty w klasie pierwszej. Przykładem może być powiat kwidziński (województwo pomorskie) oraz powiat gryfiński (województwo zachodniopomorskie). W powiatach tych dodatkowym czynnikiem wpływającym na popyt na materiały budowlane są niedostatki na rynku nieruchomości.

Uwagi końcowe

Przeprowadzona powyżej przykładowa analiza lokalizacji dużego centrum handlu materiałami budowlanymi wskazała potencjalnie najlepsze miejsca. Analizę taką można przeprowadzić dla każdej inwestycji. Decydent może wybrać interesujące go wskaźniki, określając, jakie mają dla niego znaczenie. System DSS wskaże mu powiaty najlepiej odpowiadające jego preferencjom.

Prace nad systemem trwają. Docelowo ma być on dostępny w internecie dla potencjalnych inwestorów, a także władz samorządowych określających kierunki rozwoju regionu.

dr Kesra Nermend

Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania
Uniwersytetu Szczecińskiego

PRZYPISY

¹⁾ A DUAN YANXIN *Spatial Decision Support System for Economic Analysis of Sediment Control on Rangeland Watersheds*, The University of Arizona, 2005, s. 51-52; RYAN T.C.: *Spatial Decision Support Systems*, Urban and Regional Information Systems Association 1992 Proceedings,

vol. 3, s. 49-59; R. WHITE, G. ENGELEN: *High-Resolution Integrated Modeling of Spatial Dynamics of Urban and Regional Systems*, Computers, Environment, and Urban Systems 24, 2000, s. 383-400.

²⁾ A.P. SAGE *Decision Support Systems Engineering*, John Wiley & Sons, Inc., USA, 1991, s. 40.; TURBAN E. *Decision Support and Expert Systems: Management Support Systems*, 4th edition, New York, Macmillan Publishing Company, 1995, s.135.

³⁾ J. MALCZEWSKI *Spatial Decision Support Systems*, NCGIA Core Curriculum in GIScience, 1998, s. 127; J. MALCZEWSKI, *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, John Wiley and Sons Inc, 1999; R.E. KLOSTERMAN *Planning Support Systems: a New Perspective on Computer-Aided Planning*, in: R.K. BRAIL and R.E. KLOSTERMAN (eds.), *Planning Support Systems: Integrating Geographic Information Systems, Models, and Visualization Tools*. ESRI Press, Redlands, California, 2001, s. 1-23.

⁴⁾ S. MORTON *Management Decision Systems: Computer-Based Support for Decision Making*, Harvard University, 1971, s. 34-36; J. Bennett *Integrating Users and Decision Support Systems*, in: J. D. WHITE (eds.), *Proceedings of the Sixth and Seventh Annual Conferences of the Society for Management Information Systems*, Ann Arbor, University of Michigan 1976, s. 76-86; I. BENBASAT, B.R. NAULT *An Evaluation of Empirical Research in Managerial Support Systems*, *Decision Support Systems*, vol 6, 1990, s. 203-226.

⁵⁾ M. LIPIEC-ZAJCHOWSKA, *Metody symulacji komputerowej w prognozowaniu makroekonomicznym*, PWE, Warszawa 1990, s. 56-58.

Summary

The article presents the concept and the prototype of a computer system supporting the choice of an investment location. Functioning of the system is shown on the basis of two variants describing different decision-maker's preferences within demographic, infrastructural, technical, ecological and economic indicators. Thanks to an information generated by the system the risk of the wrong location choice can be decreased.