

Kamila Migdał-Najman, Krzysztof Najman

Wspomaganie oceny finansowej podmiotów rynku kapitałowego na podstawie wizualizacji symbolicznej

Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu 17, 33-41

2010

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

KAMILA MIGDAŁ-NAJMAN

Uniwersytet Gdański

KRZYSZTOF NAJMAN

Uniwersytet Gdański

**WSPOMAGANIE OCENY FINANSOWEJ
PODMIOTÓW RYNKU KAPITAŁOWEGO
NA PODSTAWIE WIZUALIZACJI SYMBOLICZNEJ**

Wprowadzenie

Otoczenie, w którym obecnie funkcjonują przedsiębiorstwa, to gwałtownie rozwijające się rynki (lokalne, krajowe, międzynarodowe) o wzrastającym stopniu ryzyka i konkurencyjności. Ta ostatnia skłania przedsiębiorstwa do podnoszenia wiarygodności swoich usług i uzyskiwania przewagi nad innymi konkurentami. Wiąże się również z bardziej efektywnym zarządzaniem, co z kolei wymusza stałe dążenie do podnoszenia zyskowności ze strony przedsiębiorstw oraz stały wzrost zindywidualizowania wymagań ze strony klientów wobec oferowanych produktów i usług. Zasady te dotyczą także inwestorów rynku finansowego – tak instytucjonalnych, jak i indywidualnych. Celem prezentowanego badania jest propozycja graficznej metody wspomaganie oceny finansowej podmiotów rynku kapitałowego. Zostanie ona opisana teoretycznie, a następnie zaprezentowane zostanie badanie empiryczne z jej wykorzystaniem.

1. Metoda równoległych współrzędnych

Pojęcie wizualizacja oznacza dzisiaj coś więcej niż tylko graficzną prezentację danych czy pojęć. Oprócz gwałtownie rozwijających się systemów informatycznych, w tym baz danych i technik elektronicznego rejestrowania informacji, co ułatwia gromadzenie i przetwarzanie dużych zbiorów danych, wizualizacja stała się nowoczesnym narzędziem analityka. Pozwala bowiem na analizę i percepcję zjawiska, faktów i tendencji, które są prezentowane za pomocą metod graficznych, jak również narzędziem wzbudzania zainteresowania odbiorcy, wywierania na nim wrażenia, podkreślania ważnego elementu badanej rzeczywistości oraz przetwarzania złożonych struktur danych na czytelną dla odbiorcy formę. W literaturze tematu prezentowane są różne metody umożliwiające wizualizację złożonych baz danych, które często zawierają wiele tysięcy rekordów (obiektów, podmiotów) i dziesiątki cech je opisujących. Do metod wizualizacji, które pozwalają na transformację takich wielocechowych obiektów na płaszczyznę, zalicza się na przykład metodę głównych składowych, metodę głównych współrzędnych czy metodę współrzędnych dyskryminujących¹. Inną formą wizualizacji obiektów wielocechowych są metody symboliczne. Do nich zalicza się na przykład metodę rytów Andersona, krzywe Andrewsa, twarze Chernoffa, a także metodę równoległych współrzędnych.

Metoda równoległych współrzędnych (*parallel coordinates*, PCs) pozwala na jednoczesną wizualizację i analizę wielocechowych zbiorów danych. Została spopularyzowana przez A. Inselberga w 1959 roku i systematycznie wykorzystywana i prezentowana w wielu aplikacjach oraz rejestrowanych patentach². W roku 1990 E. Wegman zasugerował zastosowanie metody równoległych współrzędnych jako techniki eksploracyjnej (EDA – *exploratory data analysis*)³.

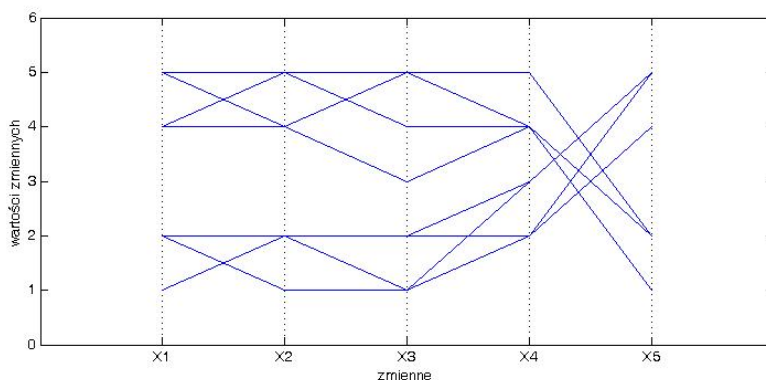
Wizualizacja danych metodą równoległych współrzędnych (tak zwane wykresy PCs) jest następująca. Przyjmijmy, że rozpatrujemy n obiektów ($i = 1, \dots, n$). Każdy obiekt jest opisany pewną liczbą p cech (zmiennych, $j = 1, \dots, p$).

¹ K. Jajuga, *Statystyczna analiza wielowymiarowa*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993.

² A. Inselberg, *N-Dimensional graphics. Part I – Lines and hyperplanes*, IBM LASC Tech. Rep. G320-2711, IBM Scientific Center, Los Angeles, CA 1981; *idem*, *The plane with parallel coordinates*, „The Visual Computer (Special issue on Computational Geometry)” 1985, Vol. 1, s. 69–97.

³ E.J. Wegman, *Hyperdimensional data analysis using parallel coordinates*, „Journal of the American Statistical Association” 1990, Vol. 85, 411, s. 664–675.

Możemy powiedzieć, że dla każdego obiektu mamy określony wektor zmiennych (x_1, x_2, \dots, x_p) . Metoda równoległych współrzędnych pozwala narysować na płaszczyźnie współrzędne analizowanych obiektów niezależnie od wielkości p . W metodzie równoległych współrzędnych osie współrzędnych, których jest tyle, ile analizowanych zmiennych p , są względem siebie równoległe. Wielocechowe obiekty reprezentowane są przez łamane, które powstają z połączenia odpowiednich wartości x_1, x_2, \dots, x_p odznaczanych na kolejnych osiach wykresu. Osie reprezentujące poszczególne zmienne mogą być na wykresie pionowe lub poziome⁴. Jedną z propozycji opisywania osi jest zaznaczenie na każdej wartości minimalnej (na dole osi) i wartości maksymalnej (na górze osi). Na rysunku 1 zaprezentowano wizualizację ośmiu obiektów w przestrzeni pięciowymiarowej.



Rys. 1. Prezentacja ośmiu obiektów w przestrzeni pięciowymiarowej

Źródło: opracowanie własne.

Każda pionowa oś to jeden wymiar (zmienna), na której znajdują się zaznaczone wartości wszystkich analizowanych obiektów w danym wymiarze. Łamana, która powstaje z połączenia wszystkich zmiennych dotyczących obiektu, pozwala na wizualizację obserwacji.

⁴ W. Härdle, L. Simar, *Applied multivariate statistical analysis*, TECH Method & Data Technologies 2003.

2. Eksperyment badawczy

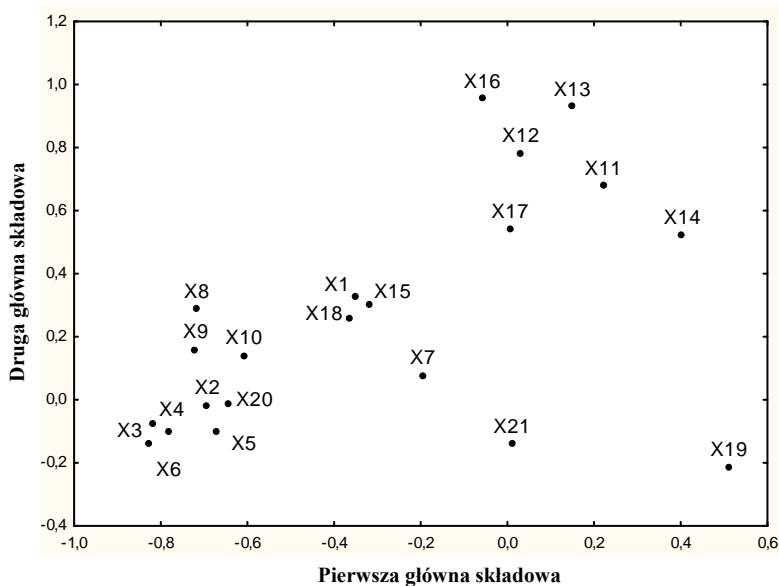
Zastosowanie metody równoległych współrzędnych zostanie przedstawione na przykładzie 130 spółek, które były notowane na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie (GPW) począwszy od drugiego kwartału 2000 roku (bez roku 1999), kończąc na trzecim kwartale roku 2008 (ostatnie informacje dostępne w czasie badań). W badaniu pominięto spółki z branży banki i usługi finansowe⁵.

Eksperyment badawczy podzielony został na dwa etapy. **Etap 1.** Każda spółka została opisana za pomocą 21 wskaźników finansowych pozwalających na ocenę jej kondycji finansowej: X1 – marża zysku brutto ze sprzedaży, X2 – marża zysku operacyjnego, X3 – marża zysku brutto, X4 – marża zysku netto, X5 – stopa zwrotu z kapitału własnego, X6 – stopa zwrotu z aktywów, X7 – kapitał pracujący, X8 – wskaźnik płynności bieżącej, X9 – wskaźnik płynności szybkiej, X10 – wskaźnik podwyższonej płynności, X11 – rotacja należności, X12 – rotacja zapasów, X13 – cykl operacyjny, X14 – rotacja zobowiązań, X15 – cykl konwersji gotówki, X16 – rotacja aktywów obrotowych, X17 – rotacja aktywów, X18 – wskaźnik pokrycia majątku, X19 – stopa zadłużenia, X20 – wskaźnik obsługi zadłużenia i X21 – dług/EBITDA. W wyniku zastosowania sztucznej sieci neuronowej typu SOM dokonano podziału spółek na te o dobrej (ryzyko bankructwa najniższe), przeciętnej (ryzyko bankructwa przeciętne) i słabej kondycji finansowej (ryzyko bankructwa najwyższe)⁶. W wyniku otrzymano czytelny podział spółek, jednak ocena wpływu poszczególnych wskaźników na grupę ryzyka, w której znalazła się dana spółka, jest możliwy jedynie przez analizę dużych tablic wynikowych, co jest bardzo pracochłonne. **Etap 2.** Zwykle interpretacja odpowiednio przygotowanego wykresu jest prostsza i bardziej intuicyjna niż czytanie tablic z kolumnami cyfr, stąd na tym etapie zastosowano metodę równoległych współrzędnych do wspomaganie oceny kondycji finansowej spółek na GPW.

⁵ Ze względu na różnice w standardzie rachunkowości dla firm branży finansowej, a co za tym idzie – na inny zestaw wskaźników wymaganych do ich syntetycznego opisu, dla zachowania porównywalności metodologii spółki tej branży zostały pominięte. Opisywana metodologia może być jednak prowadzona z uwzględnieniem zróżnicowania branżowego, jeśli będą wzięte pod uwagę różnice w doborze wskaźników i w ich optymalnych poziomach.

⁶ Szczegóły metodologii badania i wyniki grupowania znajdują się w pracy: K. Migdał-Najman, K. Najman, *Automatyczne monitorowanie kondycji finansowej przedsiębiorstw*, w: *Ekonomiczne i organizacyjne instrumenty wspierania rozwoju lokalnego i regionalnego*, t. 1: *Finanse, rachunkowość, przedsiębiorczość*, Zeszyty Naukowe nr 530, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2009, s. 172–181.

Na etapie 1 analizowano aż 21 zmiennych, stąd wykres PCs, na którym zostałyby przedstawione wszystkie, może się okazać nieczytelny. Stąd utrudniona może być analiza wzajemnych relacji obiektów między sąsiadującymi współrzędnymi, wynikająca ze zbyt małej odległości między współrzędnymi. Dla zwiększenia przejrzystości i podkreślenia ważności prezentowanych informacji zredukowano liczbę zmiennych w badaniu. W wyniku analizy korelacji okazało się, że wiele par cech, branych z zestawu 21, jest wysoko skorelowanych. Do wyboru reprezentantów cech zastosowano analizę głównych składowych. Pozwoliło to przekształcić liniowo przestrzeń wielowymiarową na przestrzeń dwuwymiarową, zachowując w dużym stopniu związki zachodzące między obiektami czy cechami, w oryginalnej, wielowymiarowej przestrzeni. Na rysunku 2 zaprezentowano wizualizację przestrzeni 21-wymiarowej na płaszczyźnie.



Rys. 2. Wizualizacja 21 zmiennych na płaszczyźnie

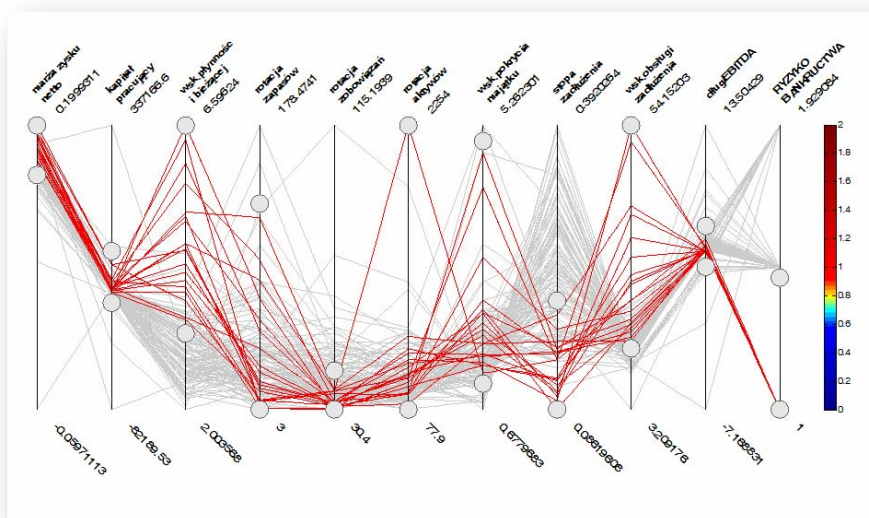
Źródło: opracowanie własne.

Jeżeli punkty płaszczyzny pierwszych głównych składowych są blisko siebie, to zmienne im odpowiadające są do siebie „podobne”, są wysoko skorelowane. Gdy punkty są oddalone od pozostałych, to zmienne im odpowiadające

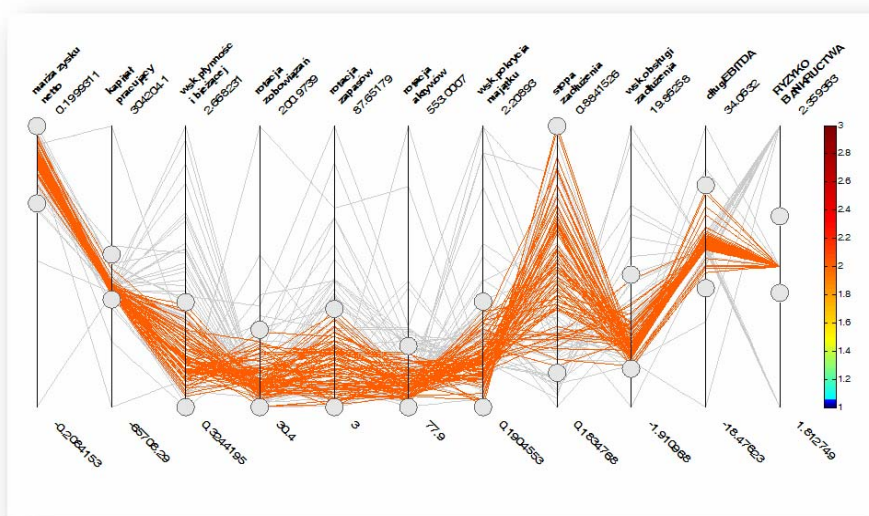
znacznie się różnią. Przykładowo, zmienne X8, X9, X10 leżą w przestrzeni dwuwymiarowej blisko siebie. Są to: wskaźnik płynności bieżącej, wskaźnik płynności szybkiej i wskaźnik podwyższonej płynności. Z każdej podgrupy wskaźników finansowych został wybrany jeden, który charakteryzuje się najwyższym rozproszeniem względnym. Ostatecznie do etapu 2 wybrano następujące zmienne (dziesięć): X4, X7, X8, X12, X14, X17, X18, X19, X20 i X21 oraz dodatkową – nazwijmy ją jedenastą, która przedstawia przynależność do grupy ryzyka bankructwa przedsiębiorstwa (wynik uzyskany na etapie 1): ryzyko bankructwa najniższe – grupa 1, ryzyko bankructwa przeciętne – grupa 2 i ryzyko bankructwa najwyższe – grupa 3.

Na rysunku 3 przedstawiono wykres PC's uwzględniający 11 opisanych już zmiennych. Na pionowych osiach na wykresie oznaczone są kolejne zmienne. Każda linia przebiegająca od lewej do prawej oznacza jedną spółkę. Jej położenie (wysokość) na danej osi oznacza wartość obserwowanego wskaźnika. Gdyby analityk zastanawiał się, jakie wartości poszczególnych wskaźników prowadzą w konsekwencji do pierwszej grupy ryzyka, może na wykresie zaznaczać obszary zmienności poszczególnych zmiennych, które będą wyróżniały badane spółki. Na rysunku 3 wyraźnymi punktami zaznaczono na każdej osi wartości poszczególnych zmiennych, które w konsekwencji prowadzą do wyboru pierwszej grupy ryzyka. Spółki spełniające jednocześnie wszystkie te warunki zostały przedstawione na wykresie.

Obserwacja wykresu jednoznacznie pozwala stwierdzić, że spółki należące do pierwszej grupy ryzyka charakteryzują się znacznym podobieństwem wartości wskaźników: marża zysku netto, rotacja zobowiązań, dług/EBITDA. Wartości wskaźników: płynność i obsługa zadłużenia, najbardziej różnicowały te spółki. Można także zauważyć, że istnieje mała grupa spółek znacznie różniąca się od innych pod względem wartości wskaźnika rotacji aktywów i pokrycia majątku, a mimo to znajdujących się w tej samej grupie ryzyka. Do tych samych wniosków można dojść, analizując dane liczbowe, na których podstawie rysunek ten był budowany. Jednak dane źródłowe znacznie trudniej jest analizować. W tym przypadku jest to bowiem macierz o wymiarze 19 (spółek) x 11 (wskaźników). Podobnej analizy można dokonać dla drugiej grupy ryzyka. W tym wypadku jest to macierz wskaźników o wymiarze 93 (spółki) x 11 (wskaźników). Mimo znaczącego wzrostu liczby spółek, rysunek nadal jest bardzo przejrzysty. Ustalono znaczniki dla poszczególnych zmiennych tak, aby w efekcie uzyskać jedynie spółki należące do drugiej grupy ryzyka – rysunek 4.



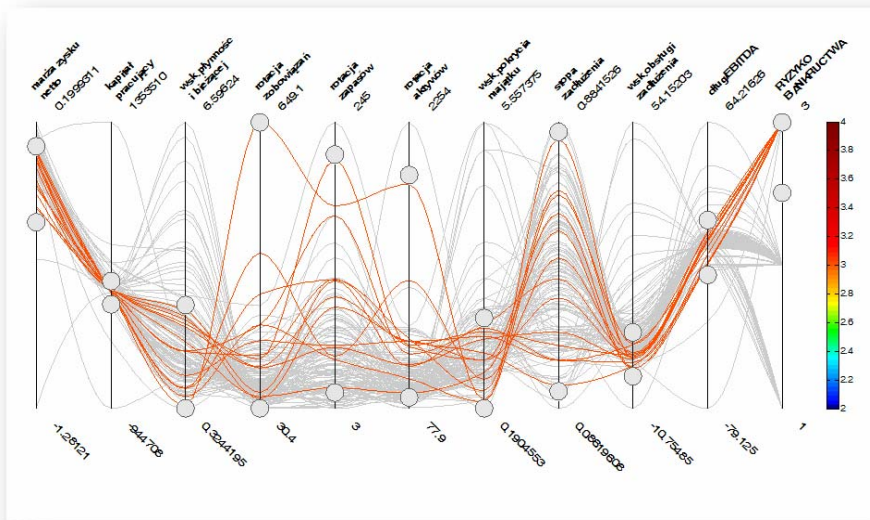
Rys. 3. Prezentacja spółek z pierwszej grupy ryzyka bankructwa na tle pozostałych
 Źródło: opracowanie własne.



Rys. 4. Prezentacja spółek z drugiej grupy ryzyka bankructwa na tle pozostałych
 Źródło: opracowanie własne.

Łatwo można zaobserwować, że wartości wskaźników prowadzące do drugiej grupy ryzyka są znacznie bardziej jednorodne niż w pierwszym przypadku. Zmienne, takie jak kapitał pracujący i rotacja aktywów, są bardzo mało zróżnicowane. Podobnie wskaźnik obsługi zadłużenia i dług/EBITDA są bardzo mało zróżnicowane, choć pojawiają się pojedyncze spółki znacznie różniące się od pozostałych wartościami tych wskaźników. Wybrane spółki najbardziej różnicuje stopa zadłużenia.

Bardzo ciekawe wnioski można wyciągnąć na podstawie rysunku 5. Dobrano tu znaczniki poszczególnych zmiennych w taki sposób, aby wyróżnić jedynie spółki należące do trzeciej grupy ryzyka bankructwa. Łatwo zauważyć, że w przeciwieństwie do poprzednich dwóch przypadków zróżnicowanie wartości większości wskaźników spółek należących do tej grupy jest bardzo duże.



Rys. 5. Prezentacja spółek z trzeciej grupy ryzyka bankructwa na tle pozostałych
Źródło: opracowanie własne.

Wskaźniki rotacji zobowiązań, aktywów i zapasów, a także stopa zadłużenia, przyjmują wartości względnie równomiernie rozrzucone po całym

obszarze zmienności. Jedynie wskaźniki: kapitał pracujący, obsługa zadłużenia i dług/EBITDA są względnie jednorodne.

Podsumowanie

Wizualizacja danych na wykresach PC's może być narzędziem wspomagającym analityka rynku finansowego. Jest to narzędzie proste w zastosowaniu. Nie wymaga specjalistycznej wiedzy matematycznej czy statystycznej. Jeżeli istnieją w analizowanych danych prawidłowości, to są one widoczne. Jest to z pewnością łatwiejsze niż sama analiza macierzy danych z wskaźnikami. Jest ona również użytecznym narzędziem obserwowania struktury grupowej w zbiorze danych oraz jednostek nietypowych. Pozwala na wizualizację profili pojedynczych przypadków przez wyróżnienie danego obiektu na wykresie na przykład innym kolorem. Jak każda metoda graficzna, obserwacja wykresów PC's ma charakter raczej ogólny, wskazujący jedynie najważniejsze zależności. Jeżeli danych lub zmiennych będzie bardzo wiele, to analiza wykresu stanie się trudniejsza. Problemem jest także brak powszechnie dostępnego oprogramowania komputerowego, umożliwiającego budowę wykresów tego typu, co w pewnym stopniu ogranicza możliwość szerszego ich zastosowania.

ASSESSMENT SUPPORTING OF FINANCIAL STANDING OF THE ENTITIES CAPITAL MARKET BASED ON SYMBOLIC SYMBOLICALL VISUALIZATION

Summary

One of the basic problems in the analysis of the multidimensional datasets is their graphical visualization. One of the solution is the application the parallel coordinates, which are pioneered and popularized by Alfred Inselberg. In this paper we illustrated this method, the most important ideas and real datasets to introduce the practicable. The results of the research were enriched by graphical presentation. It seems probable that parallel coordinates maybe the useful tool which can demonstrate information and knowledge about the complex multidimensional datasets.

Translated by Kamila Migdal-Najman, Krzysztof Najman