



ANALIZA CZYNNIKÓW ROKOWNICZYCH I METOD LECZENIA U CHORYCH NA ZIARNICĘ ZŁOŚLIWĄ

prof. dr hab. Andrzej Sokołowski, dr Adam Sagan

Wprowadzenie

W prowadzeniu badań marketingowych ważnym zagadnieniem jest poprawne zbudowanie narzędzia pomiarowego. Jednymi są częściej spotykanych narzędzi pomiaru są skale złożone, do których zaliczyć można skalę Likerta, Thurstone'a, Guttmana, skalę dyferencjału semantycznego, skalę Bolgera oraz skalę Stapela. Skale te mogą być bardzo dobrym narzędziem pomiaru różnych charakterystyk konsumentów jak np. postaw, preferencji, postrzeganej jakości produktu, zadowolenia klienta, pod warunkiem, że są one trafne i rzetelne. Często prowadząc badania zakładamy, że pytania czy pozycje skal zawarte w danym kwestionariuszu mierzą badane zjawiska bez żadnego błędu pomiaru.

Stosowanie skal szacunkowych w badaniach marketingowych powinno być jednak połączone z pomiarem ich rzetelności i trafności. Skala jest bowiem narzędziem pomiaru danego obiektu i jej rzetelność jest jednym z warunków poprawnego badania. Rzetelność skal szacunkowych można określić jako dokładność z jaką dana skala mierzy to, co mierzy. Pierwszym zagadnieniem, które należy poruszyć przy budowie skali złożonej jest jej wielowymiarowość.

Analiza wymiarowości skali - analiza czynnikowa

Analiza czynnikowa a w szczególności metoda głównych składowych jest wygodnym sposobem określania stopnia wymiarowości stosowanej skali. Po zbudowaniu skali mierzącej cechy psychograficzne respondentów, ich postawy, styl życia lub poszukiwane przez nich korzyści użyteczności w produkcie oraz weryfikacji spójności skali, można ją zastosować do pomiaru. Ponieważ zazwyczaj pozycje skali są liczne i wzajemnie skorelowane, to można przypuszczać, że mierzone przez nie cechy konsumentów mają charakter wielowymiarowy.

Analiza czynnikowa pozwala na takie przekształcenie danego, wzajemnie skorelowanego układu zmiennych, aby uzyskać nowy układ zmiennych (tzw. czynników wspólnych lub

głównych składowych) wzajemnie nieskorelowany, lecz porównywalny z układem wyjściowym. Dotyczy więc następującego problemu: jak zredukować jednorodny podzbiór zmiennych wejściowych i zastąpić go jedną nową zmienną?

Pierwszym krokiem w tworzeniu modelu czynnikowego jest zbudowanie **macierzy korelacji** między zmiennymi pierwotnymi i jej wstępna analiza. Macierz ta może być budowana na podstawie danych pierwotnych (jeżeli wszystkie zmienne są jednomianowe (np. odpowiedzi na skali Likerta) lub standaryzowanych (jeżeli zmienne są różnomianowe np. wiek i dochody). Dalsze postępowanie tj. wykorzystywanie algorytmów identyfikujących ukryte czynniki, zależy od wstępnej analizy tej macierzy. Jeżeli współczynniki korelacji są niskie, lub żadna ze zmiennych nie koreluje wysoko z którąkolwiek z pozostałych, to stosowanie dalszej procedury opartej o model czynnikowy może prowadzić do niewiarygodnych wyników. Zwykle macierz korelacji poddaje się dalszej analizie, jeżeli przeciętnie współczynniki korelacji są większe od 0.3.

Korelacje [market.sta]					
BD usuwano przypadkami N=73					
Zmienna	TRWALOSC	KOMFORT	STYL	ELEGANCJ	BEZP
TRWALOSC	1.00	.66	.56	.47	.76
KOMFORT	.66	1.00	.65	.63	.49
STYL	.56	.65	1.00	.70	.43
ELEGANCJ	.47	.63	.70	1.00	.28
BEZP	.76	.49	.43	.28	1.00

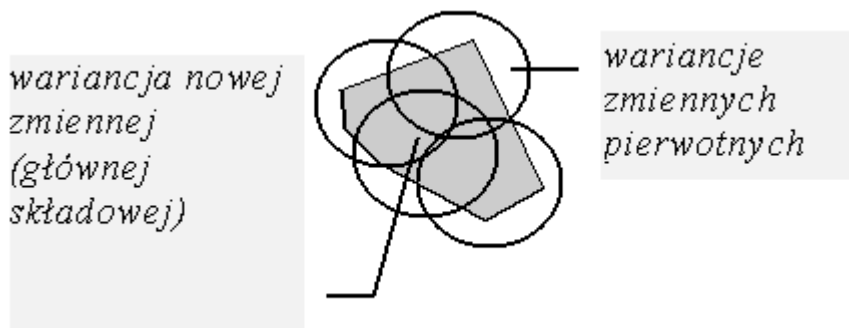
Rysunek 1

Jeżeli macierz korelacji zmiennych pierwotnych jest odpowiednia do zastosowania analizy czynnikowej można przejść do następnego etapu - wyboru **modelu czynnikowego**. Określa on sposób identyfikacji czynników.

Metody czynnikowe dzieli się najogólniej na dwie podstawowe grupy. Do pierwszej należy analiza głównych składowych a do drugiej - metody analizy czynnikowej (np. metoda czynników głównych, metoda największej wiarygodności).

Analiza czynnikowa	Analiza głównych składowych
<ul style="list-style-type: none"> obejmuje pewną część wariacji zmiennych, zwaną wariacją wspólną wyjaśnia maksimum kowariancji w zbiorze danych zmienna pierwotna jest funkcją czynników wspólnych i czynników swoistych celem analizy jest identyfikacja ukrytych zmiennych czynniki mogą być zarówno niezależne jak i skorelowane 	<ul style="list-style-type: none"> obejmuje wariację całkowitą zmiennych wyjaśnia maksimum wariacji w zbiorze danych główna składowa jest funkcją zmiennych pierwotnych celem analizy jest uproszczenie struktury danych główne składowe są zawsze niezależne

W analizie głównych składowych, którą się obecnie zajmujemy rozwiązywany problem można przedstawić następująco:



Rysunek 2

Wszystkie zmienne pierwotne są poddane standaryzacji, co oznacza, że ich wariancje są równe jedności (koła reprezentujące zmienne pierwotne mają jednakową średnicę). Nowa zmienna powinna wyjaśniać maksymalną ilość wariancji zmiennych pierwotnych (jej wariancja jest przedstawiona na rysunku obszarem zacieniowanym). Wariancja tej nowej zmiennej wyjaśniającej pewną ilość zmienność zmiennych pierwotnych jest nazywana jej wartością własną (*eigenvalue*).

Ważnym problemem w stosowaniu analizy czynnikowej jest określenie **liczby czynników (składowych głównych)**. Wyróżnia się następujące częściej spotykane techniki określania liczby czynników wspólnych:

a/ metoda "wartości własnej (λ) większej od jedności" - jest to najczęściej spotykana metoda określania liczby czynników wspólnych. Reguła ta wynika stąd, że każdy czynnik powinien wyjaśniać zmienność co najmniej jednej zmiennej pierwotnej. Metoda ta powinna być stosowana gdy ilość zmiennych jest większa od 20. Gdy liczba zmiennych jest mniejsza istnieje tendencja wyodrębniania zbyt małej ilości czynników.

d/ metoda procentu wariancji tłumaczonej przez czynniki główne - do ogólnej liczby wybranych czynników zalicza się te czynniki, które w sumie wyjaśniają 75%, 80% lub 90% wariancji, a żaden następny nie tłumaczy więcej niż 5% wariancji.

e/ metoda testu osypiska - polega na sporządzeniu wykresu, na którym na osi poziomej wyznaczana jest ilość czynników a na osi pionowej - uzyskane wartości własne. Podstawowym zadaniem jest znalezienie "punktów załamania", w których rozpoczynają się kolejne "rumowiska" (w tych punktach zmienia się kąt załamania krzywej). Punkty te określają liczbę czynników kwalifikujących się do dalszej analizy. Metoda ta jest nieco bardziej "liberalna" niż metoda $\lambda > 1$, pozwala włączyć do dalszej analizy nieco większą liczbę czynników.

Tym, co pozwala na nazwanie nowych zmiennych (czynników) są **ładunki czynnikowe** (*factor loadings*). Wyrażają one stopień nasycenia zmiennej danym czynnikiem i stanowią dla nieskorelowanych czynników współczynniki korelacji danej zmiennej pierwotnej z poszczególnymi czynnikami. Im większy jest współczynnik korelacji zmiennej z czynnikiem, tym bardziej istotna jest ta zmienna dla danego czynnika.

Uzyskane ładunki czynnikowe powinny zostać poddane **technice rotacji**. W transformacji ortogonalnej zmiennych, czynniki wyodrębnione na podstawie danego algorytmu są wzajemnie niezależne. Oznacza to, że osie które reprezentują te czynniki są prostopadłe w stosunku do siebie. Rotacja polega na obrocie tymi osiami wokół początku układu współrzędnych. Jeżeli po obrocie osie nadal są wzajemnie prostopadłe jest to tzw. **rotacja ortogonalna** jeżeli natomiast obrót zmienia kąty między osiami, wówczas ma miejsce **rotacja ukośna**. Najczęściej stosuje się procedury rotacji ortogonalnej, z których najbardziej znanymi są *varimax* i *quartimax*. Pierwsza z nich upraszcza interpretację czynników (minimalizuje liczbę zmiennych potrzebnych do wyjaśnienia danego czynnika) a druga upraszcza interpretację zmiennych (minimalizuje liczbę czynników potrzebnych do wyjaśnienia danej zmiennej). Częściej wybierana jest technika *varimax*.

Ładunki czynnik.[Varimax znormaliz.] [market.sta]		
Wyodrębn. : Składowe główne (Oznaczone ładunki są> .700000)		
Zmienna	Czynnik 1	Czynnik 2
TRWAŁOSC	.395686	.847914
KOMFORT	.721026	.480071
STYL	.837370	.308025
ELEGANCJ	.917648	.107157
BEZP	.141759	.938938
War.wyj	2.239808	1.937394
Udział	.447962	.387479

Rysunek 3

Ostatnim krokiem jest **nazwanie powstałych czynników** (nowych zmiennych). W tym celu należy wyodrębnić zmienne o najwyższych ładunkach czynnikowych względem danych czynników i poprzez analizę nazw zmiennych znaleźć wspólne ich odniesienie do danego, głębszego wymiaru.

Po identyfikacji zmiennych określających uzyskane niezależne wymiary należy sprawdzić rzetelność podskal na nie się składających.



Analiza rzetelności skali - analiza rzetelności / pozycji

Wyróżnić można dwa podstawowe podejścia w ocenie rzetelności skali. Pierwsze oparte jest na określeniu stabilności pomiarów dokonanych w kolejnych okresach czasu, drugie natomiast polega na analizie spójności wewnętrznej danej skali.

Najszerze możliwości posiada pierwsza z wymienionych, **metoda powtarzania pomiaru** (*test-retest*). Można ją bowiem stosować zarówno w badaniach rzetelności jednej tylko, prostej skali szacunkowej (co jest bardzo rzadkim przypadkiem), jak i złożonych skal wielopozycyjnych (Likerta czy dyferencjału semantycznego). Metoda ta opiera się na szacowaniu **zgodności międzyokresowej** wyników. Stopień zgodności wyników uzyskać można w drodze co najmniej dwukrotnego badania tej samej próby badanych w niezbyt długim odcinku czasu (najczęściej okres ten wynosi dwa tygodnie). Miarą zgodności międzyokresowej może być np. współczynnik korelacji *R*-Kendalla.

Badania rzetelności oparte o metodę *test-retest* napotykać na cztery podstawowe trudności. Po pierwsze, otrzymany wynik zależy w dużym stopniu od upływu czasu pomiędzy pomiarami. Po drugie, czynniki zewnętrzne oddziałujące na mierzoną cechę mogą zmienić odpowiedzi podczas drugiego pomiaru. Po trzecie, pierwszy pomiar "uczula" badanego na narzędzie pomiarowe, co może wpływać na wyniki drugiego pomiaru. Po czwarte, pewne zmienne mogą być mierzone tylko raz, co uniemożliwia powtórne zastosowanie tej metody.

W drugim podejściu miarą rzetelności skali jest jej spójność wewnętrzna. Najczęściej wykorzystywany w badaniach rzetelności jest w tym przypadku test połówkowy (*split-half*). Wykorzystuje się tutaj mierniki **zgodności wewnętrznej**, którymi są różne współczynniki zgodności, określające w jakim stopniu odpowiedzi na poszczególne pozycje skali mierzą to samo, co wynik w całej skali. Metoda ta oparta jest o podział skali na dwie połowy i analizę korelacji między tymi połówkami przy pomocy np. współczynnika korelacji międzypołówkowej. Pamiętać należy, że w metodach oceny rzetelności opartych o podział skali na połowy korelacja między połówkami skali jest miarą rzetelności tylko jej połówek, nie zaś całej skali. Podział całej skali na dwie połowy dokonać można w sposób losowy, lub wybierając pozycje parzyste i nieparzyste, a także grupując pytania o równych parametrach mocy dyskryminacyjnej. Zaletą tej metody jest możliwość zastosowania jednokrotnego pomiaru danej skalą w celu oceny jej rzetelności.

Okazuje się jednak, że różne metody podziału całej skali złożonej dają różne oceny jej rzetelności. Dlatego też próbuje się rozwiązać to zagadnienie, poprzez określenie średniej rzetelności dla wszystkich możliwych sposobów podziału skali na dwie połówki. Metoda ta jest podstawą szacowania zgodności wewnętrznej w oparciu o wzory **α -Cronbacha i Kudera-Richardsona**.

Jedną z częściej stosowanych technik pomiaru homogeniczności skali jest współczynnik α -Cronbacha. Współczynnik ten przyjmuje wartości od 0 do 1. Na wysoką rzetelność skali wskazują wartości a większe od 0.6. Procedura analizy rzetelności jest prowadzona na zasadzie "what if". W tabeli wynikowej podany jest poziom alfa dla danej skali oraz

poziomy alfa dla skali jeżeli wyeliminowana została pojedynczo każda kolejna pozycja skali.

Zestawienie skali: Śred.=14.7943 Odch.st.=2.48324 N ważn.:78					
Alfa Cronbacha: .851620 Alfa standaryzowana: .854029					
Średnia kor. między poz.: .662195					
zmienna	Śred.gdy usunięte	Wz.gdy usunięte	OdSt.gdy usunięte	Poz-Coi Korel.	Alfa gdy usunięta
KOMFORT	9.83897	2.813445	1.677333	.693161	.819302
STYL	9.69231	2.854043	1.689391	.753043	.768717
ELEGANCI	10.03846	2.498521	1.580671	.728717	.790474

Rysunek 4

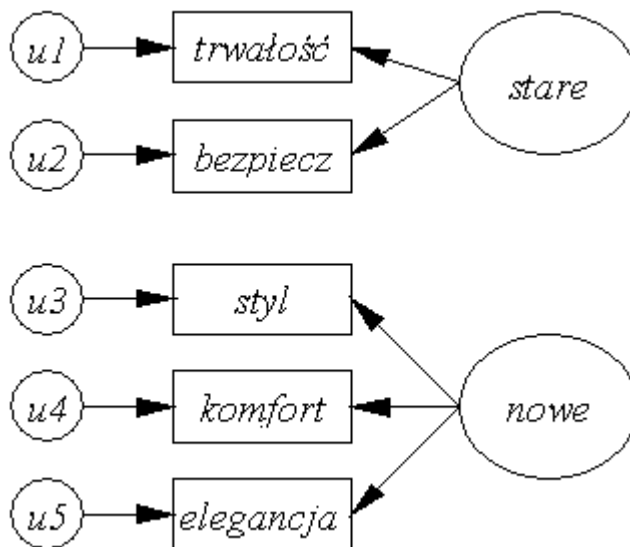
Pomiar rzetelności jest ważnym etapem w badaniach wykorzystujących skale. W celu właściwego wykorzystania dorobku metodologii analizy rzetelności należy pamiętać o podstawowych zasadach postępowania:

1. Należy, w badaniach postaw stosować skale wielopozycyjne. Postawy i wartości konsumentów są zmiennymi zbyt złożonymi, aby można było je mierzyć za pomocą tylko jednej pozycji.
2. Stosowanie analizy rzetelności pozwala jednocześnie na zwiększenie jakości badań. Jeżeli pierwotna skala jest mało rzetelna, to poprawienie czytelności instrukcji, jednoznaczności stwierdzeń czy proste dodanie pewnej liczby pozycji może spowodować wzrost jej rzetelności.
3. Podając współczynniki rzetelności badacz powinien przedstawić istotne cechy skali, procedury mierzenia rzetelności, potencjalne źródła błędów systematycznych i przypadkowych i sposób interpretacji stosowanych współczynników.

Analiza rzetelności skal złożonych - model SEPETH

Zaletą stosowania *konfirmacyjnej analizy czynnikowej (CFA)* w porównaniu z omówioną poprzednio *eksploracyjną analizą czynnikową (EFA)* jest możliwość sprawdzenia dopasowania hipotetycznego modelu czynnikowego do macierzy korelacji zmiennych obserwowalnych i estymacji parametrów tego modelu czynnikowego.

Punktem wyjścia w specyfikacji modelu pomiarowego jest zbudowanie **graficznego obrazu** istniejących relacji pomiędzy zmiennymi obserwowalnymi a ukrytymi.



Rysunek 5

Zwyczajowo zmienne ukryte reprezentujące konstrukt lub pojęcie teoretyczne (F) są przedstawiane w postaci owalu (tutaj zmienne określające "stare" czynniki planowania samochodu i "nowe" czynniki. Zmienne obserwowalne będące pozycjami skali lub pytaniami w kwestionariuszu (V) przez prostokąty a zmienne ukryte stanowiące zmienne resztowe (u) (zakłócenia w pomiarze lub ukryty czynnik swoisty wpływający na daną zmienną obserwowalną) również przy pomocy owalu. Strzałkami przedstawia się związki przyczynowe pomiędzy zmienną ukrytą a jej wskaźnikami (są to znane już z poprzedniej analizy ładunki czynnikowe λ) oraz między czynnikami błędów a zmiennymi obserwowalnymi. Niciami natomiast, korelacje między odpowiednimi zmiennymi. Edytor modelowania ścieżek SEPATH pozwala na łatwe definiowanie zmiennych ukrytych i obserwowalnych oraz odpowiednich relacji. Istotna różnica istnieje w interpretacji ładunków czynnikowych.

W metodzie EFA każda zmienna posiada ładunek czynnikowy na każdym czynniku, a w metodzie CFA tylko pewne zmienne mają ładunki na danym czynniku, zgodnie z przyjętym modelem pomiarowym.

Zmienne	EFA		CFA	
	Czynnik		Czynnik	
	1	2	1	2
trwałość	0.29	0.85	0.76	-
bezpieczeństwo	0.14	0.94	1.00	-
styl	0.83	0.30	-	0.86
komfort	0.72	0.18	-	0.76
elegancja	0.92	0.12	-	0.82

Oceny modelu [ab.sta]	
Dalej...	Ocena parametru
(stare)-1->[TRWALOSC]	.763
(stare)-2->[BEZP]	1.000
(nowe)-3->[KOMFORT]	.765
(nowe)-4->[STYL]	.856
(nowe)-5->[ELEGANCJ]	.819

Rysunek 8

Rzetelność pomiaru danego czynnika jest obliczana jako:

$$R = \frac{(\sum \text{standaryzowanych ładunków})}{(\sum \text{standaryzowanych ładunków})^2 + \sum \text{reszt wskaźników}}, \text{ gdzie}$$

$$\text{reszta wskaźnika} = 1 - (\text{ładunek standaryzowany})^2$$

Na podstawie powyższych wzorów zostały obliczone wskaźniki rzetelności obu zmiennych ukrytych (zmiennej "stare" i zmiennej "nowe"):

Czynnik	Rzetelność
Stare	0.88
Nowe	0.85

Analiza rzetelności prowadzona za pomocą confirmacyjnej analizy czynnikowej potwierdza wysoką spójność skal uzyskaną na podstawie współczynnika α -Cronbacha.

Ogólna reguła głosi, że rzetelność skal powinna być większa od 0.5, co odpowiada wartości standaryzowanego ładunku na poziomie około 0.7.