

WYZNACZANIE RYZYKA PLANOWANIA TRASY PRZEJAZDU Z WYKORZYSTANIEM MODELU PROBABILISTYCZNEGO

Niniejsza praca ma na celu przybliżyć pojęcia z zakresu metod probabilistycznych w zadaniu planowania trasy przejazdu w systemach telematycznych. W zadaniu klasyfikacji zastosowano model bazujący na probabilistycznym klasyfikatorze Bayesa i funkcji gęstości prawdopodobieństwa. W części pierwszej pracy zostały opisane problemy planowania tras przejazdów we współczesnych systemach telematycznych. Część druga zawiera teoretyczne podstawy klasyfikatorów bazujących na twardych metodach matematycznych. Aby taki model miał jakikolwiek sens, należy uwzględnić pomniejsze rodzaje ryzyka związane z procesem transportu. Artykuł prezentuje metodę doboru najbardziej optymalnych parametrów do zadania planowania transportu. Tutaj niewątpliwie autor artykułu zwraca uwagę na metodę redukcji zmiennych niezbędnych do planowania z zastosowaniem metody analizy czynnikowej składowych głównych z metoda rotacji czynników Varimax znormalizowaną metodą Kaisera dla cech ilościowych. Rozdział trzeci poświęcony jest procesowi planowania tras przejazdu, ryzyku jakie jest z tym planowaniem związane

WSTĘP

Niniejszy artykuł ma na celu przedstawienie modelu probabilistycznego szacowania ryzyka planowania tras przejazdu w systemach telematycznych. W celu realizacji tematu artykułu przedstawiono podstawy metod probabilistycznych, w tym twierdzenie o prawdopodobieństwie całkowitym, twierdzenie Bayesa oraz pojęcie rozkładu prawdopodobieństwa. Autor w artykule zwraca uwagę na problem współczesnych systemów telematycznych związany z jakością ich działania. Ta jakość jest ściśle związana z narastającą ilością zmiennych wejściowych jakie analizuje system w celu podjęcia najlepszej decyzji. Niektóre z tych cech mogą okazać się bardzo mocno związane ze sobą i wręcz nie ma sensu aby je analizować oddzielnie jako niezależnego predyktora. W związku z powyższym został zaproponowany model redukcji czynników ilościowych metodą analizy czynnikowej składowych głównych z rotacją czynników Varimax znormalizowaną.

1. RYZYKO W SYSTEMACH TELEMATYCZNYCH

Mówiąc ogólnie o ryzyku możemy powiedzieć, że jest to wskaźnik jakiegoś zdarzenia lub stanu, który może doprowadzić do strat. Ryzyko jednak jest ściśle powiązane z prawdopodobieństwem, bowiem ryzyko jest proporcjonalne do prawdopodobieństwa wystąpienia wyżej wspomnianego zdarzenia lub stanu, a także do wielkości strat z jakimi możemy mieć do czynienia.

Pojęcie ryzyka można również powiązać z prawdopodobieństwem wystąpienia takiego zdarzenia, które będzie wymagać od nas podjęcia dodatkowych działań, co spowoduje dodatkowe zużycie zasobów takich jak materiały, usługi, ale także podniesienie kwalifikacji pracowników o ile ich zatrudniamy.

Transport jest to przemieszczanie ładunku z jednego miejsca do drugiego. Oczywiście w transporcie zarobkowym nie chodzi tylko o to, aby ładunek został przemieszczony. Głównymi czynnikami transportu są czas, jakość oraz koszt transportu. Są to czynniki ściśle powiązane ze sobą i w przypadku oceny wzajemnie wpływające na siebie. W połączeniu ze sobą dają pewną ocenę wykonywanej usługi.

Jednak aby zająć się oceną całościową wykonywanej usługi, w pierwszej kolejności trzeba się zająć każdym czynnikiem z osobna.

Czas transportu jest to okres od momentu rozpoczęcia załadunku do chwili całkowitego rozładunku obejmujący czas przewozu i wszystkie związane z tym postoje, zarówno wynikające z sytuacji losowych, takich jak na przykład utrudnienia na drodze, złe warunki drogowe, jak i z planu transportu czy przepisów prawnych. Warto dodać, że czas transportu nie obejmuje czasu oczekiwania na załadunek oraz czasu po rozładunku. Czas transportu jako całość możemy podzielić na trzy główne elementy. Czas załadunku, czas rozładunku oraz czas samej jazdy (wraz ze wszystkimi postojami). Wszystkie te elementy składają się na efekt końcowy usługi, jaką jest transport.

Oceniając czas transportu, za główne kryterium przyjmujemy całkowity czas transportu (wszystkie trzy główne elementy). W im krótszym czasie ładunek zostanie przemieszczony do miejsca docelowego, tym lepiej (lepsza ocena). Czasami jednak podczas oceny brane są pod uwagę tylko dwa elementy czasu całkowitego - czas załadunku i czas samej jazdy lub czas samej jazdy i czas rozładunku. W skrajnych sytuacjach możemy oceniać całkowity czas transportu w oparciu o czas samej jazdy. Taka ocena może być stosowana na przykład podczas skomplikowanych załadunków i rozładunków, nietypowych ładunków: substancji niebezpiecznych czy ładunków ponadgabarytowych, oraz specyficznych miejsc załadunku i rozładunku. Podsumowując ocenę parametru czasu usługi transportowej jakim jest czas, powinniśmy na etapie planowania uwzględnić wszystkie zakłócenia transportu, uwzględnić rezerwy czasowe i dopiero wtedy rozpocząć ocenę tego parametru. Ocena powinna być odwrotnie proporcjonalna do czasu w jakim usługa została wykonana, czyli im krótszy czas, tym lepsza ocena.

Kolejnym równie ważnym czynnikiem w transporcie, mającym jednocześnie wpływ na jakość, jak i ocenę transportu jest koszt transportu. W spedycji koszty całkowite mają bezpośredni wpływ na stawki przewozowe. Koszty dzielą się na trzy grupy:

- Koszty działalności operacyjnej
 - Koszty finansowe
 - Pozostałe koszty operacyjne
- Powyższe koszty dzieli się na stałe i zmienne, a także bezpośrednio i pośrednio.

Na koszty bezpośrednie składają się czynniki takie, jak:

- Amortyzacja pojazdów oraz wyposażenia,
- Zużycie paliwa oraz materiałów eksploatacyjnych takich jak opony, oleje smary itp.,
- Usługi transportowe czyli przewozy promowe, myta, czy holowanie,
- Usługi serwisowe: przeglądy okresowe, badania techniczne, naprawy bieżące,
- Pensje oraz ubezpieczenia.

Pozostałe koszty, które nie są bezpośrednio związane z usługami transportowymi zalicza się do kosztów ogólnych. Kosztami finansowymi firmy są przede wszystkim koszty związane z ujemnymi różnicami kursowymi, a także z odsetkami liczonymi od kredytu inwestycyjnego. Do kosztów finansowych zalicza się także zaległości podatkowe. Natomiast kosztami operacyjnymi nazywane są rezerwy finansowe, które przeznaczone są dla przewoźników.

W każdym sektorze usługowym, jak i również w transporcie ocenie podlega jakość wykonanej usługi. W przypadku firm transportowych oraz spedycyjnych ocena jakościowa jest ściśle powiązana z ilością zrealizowanych transportów. Kryteriami ilościowymi w takim przypadku są następujące mierniki:

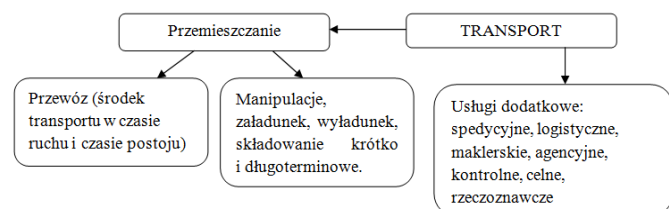
- Punktualność dostaw – rozumiane są jako procentowy udział przesyłek dostarczonych zgodnie terminami zlecniodawcy,
- Kompletność dostaw – procent przesyłek kompletnych i jednocześnie bez żadnych uszkodzeń,
- Kompletność, a także poprawność wypełnienia dokumentów,
- Cena – obniżki cen w przypadku regularnych zleceń w skali roku,

Drugą częścią kryteriów oceny jakościowo ilościowej są mierniki jakościowe, a mianowicie:

- Dokładna informacja o statusie ładunku,
- Możliwości komunikacyjne z pracownikami firmy transportowej, czy też spedycyjnej,
- Metodologia koordynująco zapobiegawcza,
- Przejrzystość procedur działania

W oparciu o te wszystkie czynniki, o wzajemne powiązanie ich pomiędzy sobą, oraz występowanie ich na przedziale wszystkich zrealizowanych operacji widoczny jest ogół zachowań pracowników, co jednocześnie przekłada się na szeroko rozumianą jakość świadczonych usług [4, 11]

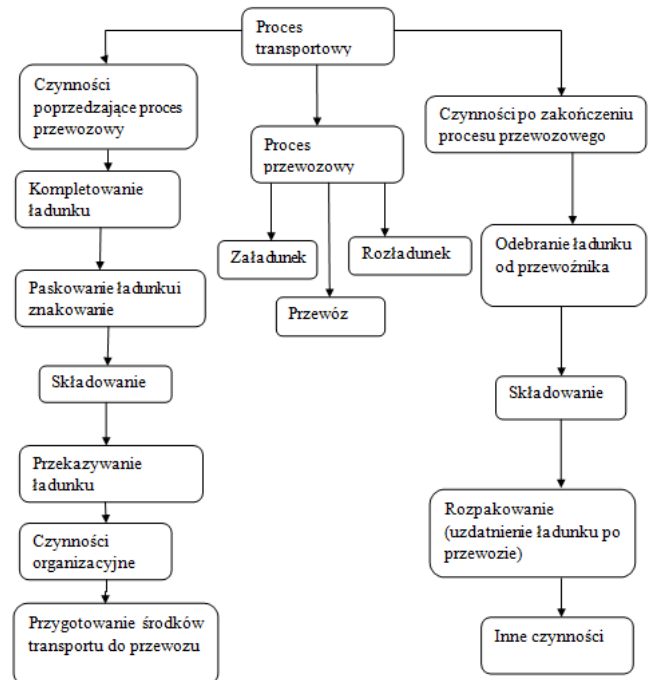
Transport drogowy jest jednym z najprostszych gatunków jeżeli chodzi o przemieszczanie oraz manipulacje towarem. Nie wymaga on wielkiej złożoności procesowej, zarazem jest on w stanie dostarczyć zlecenie do dowolnego miejsca. Niektóre transporty głównie zagraniczne (międzynarodowe) wymagają podjęcia dodatkowych czynności np. spedycja, usługi logistyczne. Na rysunku 1 przedstawiono prostą architekturę systemu transportowego.



Rys. 1 Architektura prostego systemu transportu
Źródło: na podstawie J. Neider, *Transport międzynarodowy*, PWE, Warszawa 2012, s. 12

Przemieszczenie rzeczy nie może odbywać się bez udziału gałęzi transportowych. Zgodnie z definicją Dr Aleksandry Koźlak "proces transportowy, jest to zamknięty ciąg czynności, których celem jest sprawne przemieszczanie ładunków."

Ważnym elementem procesu transportowego jest proces przewozowy zwany również transportowym. Jego składowymi są załadunek i rozładunek oraz cały przewóz dóbr w trybie czynnym oraz biernym, przez co rozumiemy wszystkie postoje i warsztaty. Jedną z architektur systemu transportowego przedstawiono w pracy [8]



Rys. 2 Schemat procesu transportowego
Źródło: A. Koźlak, *Ekonomika transportu. Teoria i praktyka gospodarcza*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2008, s. 132.

Czynności wynikające z organizacji przewozu, są na początku i na końcu procesu przewozowego i również tworzą proces transportowy. Względem przemieszczania ładunków jest włączone w proces technologiczny transportu.

Jego całościowość wskazywana jest przez łączne występowanie procesów:

- technologicznych magazynowania przejściowego u nadawców lub odbiorców towaru oraz pośrednich magazynach przejściowych,
- technologicznych robót manipulacyjnych towaru,
- technologicznych przewozu multimodalnego.

Założenie przedmiotu przewozu, kierunku przewozu czy rodzaju zawartych umów handlowych ukazuje nam różnorodność procesów transportowych, głównie gdy uwarunkowane są one międzynarodowymi umowami handlowymi. W takiej sytuacji proces transportowy można podzielić na następujące etapy:

- idea przygotowania przebiegu przemieszczania,
- organizowanie towaru do transportu,
- szykowanie procesu przewozowego,
- fizyczne przemieszczanie ładunków,
- obsługa procesu pod kątem prawno - finansowym,
- pomiary kosztów i ocena przebiegu procesu transportowego.

Transport powinno się rozpatrywać w ujęciu systemowym. System transportowy to „uporządkowana całość wszystkich gałęzi transportu działających z wykorzystaniem infrastruktury, na określonym obszarze, z wielkością i strukturą czynnika ludzkiego, międzygałęziowymi powiązaniem wewnątrz tej całości oraz powiązaniem całości systemu transportowego z otoczeniem”. Dany system składa się z podsystemu czynnego, czyli środków transportu. Natomiast bierny

tworzą połączenia transportowe, wielkość i rozmieszczenie ładunków, także sprzęt umożliwiający swobodne działanie środków transportu [12].

W. Jest to nic innego, jak wyznaczenie przestrzeni zdarzeń elementarnych. Innymi słowy mamy tu do czynienia z ustaleniem prawdopodobieństwa wystąpienia określonego ryzyka oraz rozmiarów szkód, które niesie ze sobą to ryzyko. Wykorzystać można twierdzenie np. o prawdopodobieństwie warunkowym – dla przypomnienia: jest to wyznaczenie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia A pod warunkiem zaistnienia zdarzenia B.

Do tego wszystkiego należy uwzględnić ryzyko strategiczne oraz operacyjne. Pierwsze utrzymuje się przez długi okres czasu liczony w latach, a zakres jego negatywnych skutków jest duży. Ryzyko strategiczne wynika z podjęcia decyzji dotyczących inwestycji, nowych technologii, programów produkcyjnych, a nawet uwarunkowania politycznego. Ryzyko operacyjne, przeciwnie do strategicznego, występuje w krótkim przedziale czasu i odnosi się do bieżących zakłóceń procesu transportu. Jest ono trudne do przewidzenia, co sprawia że budowanie modeli probabilistycznych z nim związane jest niezwykle skomplikowane i często niepoprawne, ale na szczęście ma ono małe znaczenie.

Budowanie modeli probabilistycznych, a więc ocena prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka, opiera się na uwzględnianiu możliwych niepowodzeń i eliminowaniu niedopatrzeń. Niedopatrzaniem może być chociażby nie zwrócenie uwagi na konkurencję, która podobny produkt wprowadziła na rynek stosunkowo niedawno.

Oprócz wspomnianych wyżej ryzyka strategicznego i operacyjnego, do oceny prawdopodobieństwa ryzyka w procesie transportu uwzględnia się jeszcze następujące ryzyka:

Ryzyko rynkowe – jest ono wywoływane przez zmiany spowodowane przez konkurencję. Na rynku przedsiębiorca dowiadyuje się czy podjęte przez niego działania przyniosły sukces czy też doprowadziły do porażki. Ryzyko to ma związek z zakupem sprzętu niezbędego do transportu oraz ze sprzedażą wytwarzanych dóbr.

Ryzyko kapitałowe – dotyczy ono sposobów finansowania przedsiębiorstwa. Odnosi się także do dotrzymywania terminów regulowania opłat. Ryzyko, które tu występuje to brak płynności finansowej. Najczęściej występuje u przedsiębiorców, którzy korzystają z pomocy bankowej w postaci kredytów.

Aby móc się w jakikolwiek sposób zabezpieczyć przed skutkami niepowodzenia, do kreowania oceny prawdopodobieństwa wystąpienia jakiegoś ryzyka można wykorzystać dodatkowe aspekty wchodzące w skład ryzyka produkcyjnego:

Ryzyko rzeczowe – obejmuje cały sprzęt i technologie wykorzystywane w procesie transportu, a także zapasy i wyroby gotowe, a także te które są jeszcze w trakcie transportu. Chodzi tu przede wszystkim o ocenę ryzyka zniszczenia, uszkodzenia, kradzieży i ich wyeliminowania.

Ryzyko osobowe – dotyczy personelu, zarówno technicznego jak i kierowniczego, w tym braku kwalifikacji.

Ryzyko przerwy w transportu – powoduje straty w zyskach. Aby je wyeliminować należy rzetelnie ułożyć plan transportu, który obejmuje terminy zamówień zapasów, części gotowych oraz sporadyczne przeprowadzanie profilaktyki sprzętu i oprogramowania.

Ryzyko odpowiedzialności cywilnej – powiązane jest z obowiązkiem zapłacenia odszkodowania w razie wystąpienia szkody powstałej na skutek działalności produkcyjnej. Mowa tu na przykład o złej jakości wytworzonych produktów lub szkody wyrządzone środowisku.

2. MODEL WYZNACZANIA RYZYKA PLANOWANIA TRANSPORTU

Aby wyznaczyć model ryzyka transportu w pierwszej kolejności należy poznać pełną architekturę systemu telematycznego [6]. Istnieją różne metody wyznaczania ryzyka i analizy systemów transportowych. Szczególnie istotne są metody agregacji zmiennych tj. np. Analiza skupień będąca przedmiotem niniejszego artykułu oraz analiza skupień [7].

W zadaniu transportowym zastosowano analizę czynnikową metodą składowych głównych z rotacją czynników metodą Varimax znormalizowaną metodą Kaisera. W ten sposób określono kolejną modę wskazującą najsilniej powiązane ze sobą dane.

Istotą zastosowania analizy czynnikowej będzie założenie, że jeżeli mamy dużą ilość powiązanych ze sobą cech, to związki między nimi powinny wynikać z istnienia jednego lub całego szeregu czynników wspólnych, natomiast te będą powiązane z poszczególnymi cechami analizowanej grupy. Możemy zauważyć, że u podstawy analizy czynnikowej leży hipoteza, że w szerebie p cech $\{X_i; i = 1, 2, \dots, p\}$ są ukryte czynniki, a w trywialnym przypadku jeden, będące źródłem zgodnej informacji będącej w nich.

Dla dowolnego zdarzenia A, takiego że $P(A) > 0$ oraz dla ciągu zdarzeń B_1, B_2, \dots, B_n spełniającego następujące warunki:

$$P(B_i) > 0 \text{ dla każdego } i \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (1)$$

$$B_i \text{ są parami rozłączne} \\ B_1 \cup B_2 \cup \dots \cup B_n = \Omega \quad (2)$$

Można wyznaczyć prawdopodobieństwo warunkowe zdarzenia wystąpienia awarii systemu telematycznego dla zadanej cechy X_i pod warunkiem zajścia zdarzenia A (na skutek którego wystąpiła dana wartość X_i) wyrażonego wzorem:

$$P(X_i|A) = \frac{P(X_i) \cdot P(A|X_i)}{P(A)} \quad (3)$$

Celem badawczej analizy czynnikowej jest znalezienie tych wspólnych czynników (nowej grupy zmiennych), będących odpowiedzialnymi za zachowanie pojedynczych cech planowania trasy transportu, czy też poszczególnych zbiorów tych cech. Zatem analiza czynnikowa ma zastosowanie również do poszukiwania grup cech podobnie reagujących według ustalonych ocen powiązań pomiędzy cechami, na przykład współczynników korelacji. Możemy zatem założyć, że w szukaniu zgodnych czynników najczęściej korzystamy z macierzy korelacji (R) pomiędzy wybranymi cechami analizowanego zbioru.

Najbardziej rozpowszechnioną metodą określania czynników jest metoda składowych głównych, która polega na przypisywaniu czynnika Z_j wektorowi własnemu dla j -tej wartości własnej macierzy korelacji. "Znalezione" czynniki często zostają konkretnie zinterpretowane pod kątem merytorycznym. Pamiętajmy jednak, że są to umowne wielkości, które pozwalają na matematyczny opis badanego zbioru. Trzeba wspomnieć, że najczęściej używaną metodą do wyodrębniania czynników głównych, pozostaje analiza składowych głównych, są między innymi metoda osi głównych oraz metoda największej wiarygodności.

Przyjmijmy więc, że między czynnikami Z_j ($j = 1, 2, \dots, q < p$) i zmiennymi X_i zachodzą związki liniowe dla $i = 1, 2, \dots, p$:

$$X_i = a_{i1}Z_{i1} + a_{i2}Z_{i2} + \dots + a_{iq}Z_{iq} + b_iU_i$$

$$= \sum_{j=1}^q a_{ij}Z_{ij} + b_iU_i, \quad (4)$$

a zapisane w notacji macierzowej:

$$X_{px1} = A_{pxq}Z_{qx1} + B_{pxp}U_{px1}, \quad (5)$$

gdzie $B = \text{diag}(b_1, b_2, \dots, b_p)$

Współczynniki a_{ji} nazywamy ładunkiem czynnikowym czynnika Z_j (czynnik wspólny) na cechę X_i (nasilenie czynnika j w zmiennej i). Zmienne U_i są uważane za zmienne losowe, są one środkowe i nieskorelowane pomiędzy sobą. Znaczący to, że korelacja $(Z_j; Z_m) = 0$ i korelacja $(U_j; U_m) = 0$ dla $j \neq m$ oraz korelacja $(Z_j; U_m) = 0$ dla $j = 1, 2, \dots, q$ i $m = 1, 2, \dots, p$.

Dla takich założeń macierz korelacji R pomiędzy p zmiennymi można ukazać w postaci:

$$R = A_{pxq}A_{pxq}^T + B_{pxp}^2 \quad (6)$$

Dane równanie jest podstawowym równaniem analizy czynnikowej.

Wielkość $h_i^2 = \sum_{j=1}^q a_{ij}^2$ zwany zasobem wspólnej zmienności cechy X_i uściślone czynnikami Z_j . Wielkość $b_i^2 = 1 - h_i^2$, równa czynnikowi specyficznemu U_i , jest zwana wariancją specyficzną. Całokształt zasobów $h_i^2 = \sum_{j=1}^q a_{ij}^2$ zapewne łączną determinację zmienności wszystkich X_i , $i = 1, 2, \dots, p$, przez czynnik Z_j , $j = 1, 2, \dots, q$. Z powodu iż suma wariancji zmiennych X_i jest równa p , zatem współczynnik jest zespołowym współczynnikiem determinacji.

$$R_{X-Z}^2 = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p h_i^2 = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q a_{ij}^2 \quad (7)$$

Suma kwadratów ładunków może być podzielona na części i przypisana poszczególnym powstałym czynnikom Z_j , tzn.

$$\lambda_j = \sum_{i=1}^p a_{ij}^2 \quad (j = 1, 2, \dots, q) \quad (8)$$

Wielkość taka określa wagę **j-tego** czynnika wspólnego w determinacji zmienności zbioru $\{X_i\}$.

Niechaj R będzie oznaczać macierz korelacji zmiennych $\{X_i\}$. Określając przez A macierz ładunków o częściach a_{ij} oraz p wierszach i q kolumn, możemy zapisać macierz korelacji:

$$R = A * A^T + B^2 \quad (9)$$

gdzie:

$$B^2 = \text{diag}(b_1^2, b_2^2, \dots, b_p^2) \quad (10)$$

Zatem, jeżeli macierz D będzie macierzą ortogonalną, to przemiana czynników $Z^T = Z^*D$ nie zmienia struktury macierzy korelacji R , z powodu:

$$(A * D)(A * D)^T * A^T = A * A^T \quad (11)$$

Transformacji, podanej macierzy D geometrycznie odpowiada obrót głównych kierunków oznaczających składowe główne. Jest możliwe dokonać obrotu w taki sposób, aby ładunki przy cechach maksymalnie się polaryzowały, dzięki czemu otrzymuje się ich prostszą interpretację.

Istnieje zatem warunek aby **wariant** kwadratów ładunków był maksymalny:

$$\text{vara} = \sum_{j=1}^q \left[\frac{1}{p} \sum_{i=1}^p (a_{ij}^2 - a_j^{-2})^2 \right] = \max! \quad (12)$$

gdzie: $a_j^{-2} = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p a_{ij}^2$, doprowadza do metody *varimax*, wyrażonej przez Kaisera (1958) i dającej maksymalne urozmaicenie ładunków w obszarze czynnika.

Metoda *varimax* koncentruje się na prostej interpretacji kolumn macierzy czynników, tymczasem metoda, która skupia się na prostym wyjaśnieniu wierszy tej macierzy, zwana jest metodą *quartimax*.¹

Na tej podstawie możemy wyznaczyć prawdopodobieństwo a-posteriori ryzyka wystąpienia danej awarii systemu telematycznego dla pewnej spójnej grupy czynników korzystając ze wzoru:

$$\sum_{j=1}^q a_{ij}Z_{ij} + b_iU_i \quad (13)$$

$$P(\mathbf{X}|\mathbf{A})$$

$$= \frac{P(\sum_{j=1}^q a_{ij}Z_{ij} + b_iU_i) \cdot P(\frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q a_{ij}^2 | \sum_{j=1}^q a_{ij}Z_i)}{P(\frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q a_{ij}^2)} \quad (14)$$

PODSUMOWANIE

Budowanie modeli probabilistycznych służących do wyznaczenia ryzyka planowania transportu opiera się na rzetelnej analizie wszystkich możliwych zmiennych transportowych danego problemu decyzyjnego. Analiza czynnikowa ma szerokie zadanie grupujący czynniki największego ryzyka błędnych klasyfikacji systemu transportowego zachodzące w podobnych warunkach. Dzięki takiemu podejściu możliwe jest wyznaczenie prawdopodobieństwa a-posteriori niezawodności systemu transportowego na skutek zachodzących zmiennych i grup zmiennych ryzyka. Należy pamiętać, że w przypadku dużego zróżnicowania zmiennych uwzględnionych w procesie transportowym gdzie stosunek średniej do odchylenia standardowego jest większy od 20% owy model może generować większe błędy szacowania ryzyka. Jest to uwarunkowane dużą zmiennością cech. W sytuacjach kiedy mamy do dyspozycji zestaw cech nieprecyzyjnych bądź niepełnych należałoby użyć zamiast modelu probabilistycznego modelu zbiorów rozmytych.

¹ Eksploracyjna analiza czynnikowa w badaniach struktur zespołu zmiennych obserwowanych, Zbigniew Laudarski, Biuletyn instytutu Hodowli i Aklimatyzacji roślin, Warszawa 2012, s. 77-79

BIBLIOGRAFIA

1. J. Neider, Transport międzynarodowy, PWE, Warszawa 2012, s. 12
2. A. Kozłak, Ekonomika transportu. Teoria i praktyka gospodarcza, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2008, s. 132.
3. I. Krech I., „Model probabilistyczny doświadczenia losowego”, Instytut Matematyki, Uniwersytet Pedagogiki im. KEN w Krakowie
4. J. Neider, Transport międzynarodowy, PWE, Warszawa 2012, s. 12
5. A. Nowak „Klasyfikatory: k-NN oraz naiwny Bayesa. Wykład III.”, Zakład Systemów Informatycznych, Uniwersytet Śląski, Instytut Informatyki
6. P. M. Sikorski & t. Zembrzycki Spedycja w praktyce Polskie Wydawnictwo Transportowe 2006 s. 18-19 , 94, 180, 208
7. M. Topolski, Application of a telematics system to the improvement of transport process in intelligent high baywarehouse Czasopismo: [1899-8208], Archives of Transport System Telematics 2016
8. M. Topolski, Telematics system architecture to manage the internal transport Czasopismo: [1899-8208]Archives of Transport System Telematics 2016
9. M. Topolski, Application of a telematics system to the improvement of transport process in intelligent high bay warehouse Czasopismo: [1899-8208], Archives of Transport System Telematics 2016
10. M. Topolski, The use of cluster analysis and the theory of mathematical records in the process of planning the production-warehouse flow Czasopismo: [2083-4942] Research in Logistics & Production 2016
11. R. Rębowski Podstawy metod probabilistycznych”, PWSZ w Legnicy 2015
12. P. M. Sikorski & t. Zembrzycki Spedycja w praktyce Polskie Wydawnictwo Transportowe 2006 s. 18-19 , 94, 180, 208
13. T. Wierzejski, Transport i Spedycja, Uniwersytet Warmińsko-Mazurki w Olsztynie, Olsztyn 2014; s. 8-11

Determination of risk planning a route with the use of a probability model

This paper aims to familiarize readers with notions related to probabilistic methods used for planning routes in telematics systems. The classification task made use of the model based on probabilistic Bayes' classifier and the probability density function. The first part of the paper describes problems with planning routing in contemporary telematics systems. The second part covers a theoretical basis of classifiers based on hard mathematical methods. If such a model is to make sense, it should account for smaller kinds of risk related to a transport process. This paper presents a method of selecting the most optimal parameters in transport planning. Its author draws attention to the variable reduction method necessary for planning supported by a factor analysis of principal components together with Varimax rotation normalized with Kaiser's method for quantitative features. The third part is devoted to the process of planning routes and the related risk.

Autorzy:

Dr inż. **Katarzyna Topolska** – Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu, Instytut Logistyki, Wydział Zarządzania i Finansów

JEL: C25 DOI: 10.24136/atest.2018.076

Data zgłoszenia: 2018.05.21 Data akceptacji: 2018.06.15