

Modele zdarzeń konkurujących
i ich zastosowania w ocenie ryzyka
niewypłacalności pożyczkobiorcy

Ewa Wycinka

Modele zdarzeń konkurujących i ich zastosowania w ocenie ryzyka niewypłacalności pożyczkobiorcy

Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego
Gdańsk 2019

Recenzent

Dr hab. Joanna Landmesser

Redakcja

Agnieszka Kołwzan

Projekt okładki i stron tytułowych

Karolina Johnson

Skład

Maksymilian Biniakiewicz

Książka dofinansowana z działalności statutowej

Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego

© Copyright by Uniwersytet Gdański, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego

ISBN 978-83-7865-826-9

Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego
ul. Armii Krajowej 119/121, 81-824 Sopot
tel./fax 58 523 11 37, tel. 725 991 206
e-mail: wydawnictwo@ug.edu.pl
www.wyd.ug.edu.pl

Księgarnia internetowa: www.kiw.ug.edu.pl

Druk i oprawa

Zakład Poligrafii Uniwersytetu Gdańskiego
ul. Armii Krajowej 119/121, 81-824 Sopot
tel. 58 523 14 49, fax 58 551 0532

Spis treści

Wstęp	7
Rozdział 1. Probabilistyczne ujęcie czasu	11
1.1. Czas trwania do wystąpienia pojedynczego zdarzenia	11
1.1.1. Czas trwania jako ciągła zmienna losowa	11
1.1.2. Czas trwania jako dyskretna zmienna losowa	16
1.2. Cenzurowanie: rodzaje, modele cenzurowania	17
1.3. Funkcja wiarygodności dla danych cenzurowanych	20
1.4. Czas trwania do wystąpienia pierwszego ze zdarzeń konkurujących	22
1.4.1. Teoria zdarzeń konkurujących i jej rozwój	22
1.4.2. Podejście I. Czas do wystąpienia pierwszego ze zdarzeń konkurujących jako dwuwymiarowa zmienna mieszana	25
1.4.3. Podejście II. Wielowymiarowy rozkład trwania zmiennej ukrytej	30
1.4.4. Podejście III. Zdarzenia konkurujące jako modele wielostanowe	33
Rozdział 2. Modele czasu trwania do wystąpienia pojedynczego zdarzenia	35
2.1. Nieparametryczne modele czasu trwania do wystąpienia pojedynczego zdarzenia	35
2.2. Testy jednorodności rozkładów czasu trwania w przypadku pojedynczych zdarzeń	42
2.3. Semiparametryczny model proporcjonalnego hazardu Coxa w przypadku pojedynczego zdarzenia	45
2.3.1. Postać modelu proporcjonalnego hazardu	45
2.3.2. Zmienne objaśniające i ich funkcje	46
2.3.3. Estymacja parametrów modelu	53
2.3.4. Ocena poprawności modelu	57
2.3.4.1. Reszty w modelu Coxa	57
2.3.4.2. Weryfikacja założenia proporcjonalności modelu	59
2.3.4.3. Badanie obserwacji odstających	60
2.3.5. Ocena dopasowania modelu	62
2.3.6. Dobór zmiennych do modelu	67
2.4. Model proporcjonalnego hazardu Coxa dla czasu dyskretnego	71
2.5. Model regresji zdarzeń konkurujących oparty na pseudoobserwacjach	74
2.5.1. Idea pseudoobserwacji	74
2.5.2. Pseudoobserwacje dla funkcji trwania do wystąpienia pojedynczego zdarzenia	75
2.5.3. Uogólnione równania estymacyjne pseudoobserwacji dla funkcji trwania	82

Rozdział 3. Modele czasu trwania do wystąpienia pierwszego ze zdarzeń konkurujących	86
3.1. Nieparametryczne modele czasu trwania do wystąpienia pierwszego ze zdarzeń konkurujących	86
3.2. Testy jednorodności subrozkładów	91
3.3. Modele regresji dla hazardu według przyczyn	94
3.4. Model regresji funkcji hazardu subrozkładu	99
3.5. Porównanie modelu hazardu według przyczyn i modelu hazardu subrozkładu	101
3.6. Mieszanka modeli – podejście horyzontalne	106
3.7. Mieszanka modeli – podejście wertykalne	112
3.8. Modele regresji dla subdystrybuanty oparte na pseudoobserwacjach	115
Rozdział 4. Ryzyko niewypłacalności pożyczkobiorcy i ryzyko wcześniejszej spłaty jako zdarzenia konkurujące	124
4.1. Pożyczki społecznościowe i ryzyko niewypłacalności pożyczkobiorcy	124
4.2. Ryzyko kredytowe i ryzyko niewypłacalności a ryzyko wcześniejszej spłaty	126
4.3. Główne kierunki badań nad ryzykiem niewypłacalności. Zastosowanie analizy przetrwania do badania ryzyka niewypłacalności	128
4.4. Przegląd badań ryzyka niewypłacalności pożyczkobiorców pożyczek społecznościowych	131
4.5. Platforma pożyczek społecznościowych Lending Club i pożyczki udzielone przez Lending Club w roku 2014 – charakterystyka próby badawczej	134
4.6. Prawdopodobieństwo niewypłacalności oraz prawdopodobieństwo wcześniejszej spłaty oszacowane metodami nieparametrycznymi	143
Rozdział 5. Przygotowanie zmiennych objaśniających do budowy semiparametrycznych modeli zdarzeń konkurujących	150
5.1. Przegląd metod transformacji zmiennych stosowanych w modelach przetrwania dla ryzyka kredytowego	150
5.2. Rekategoryzacja jakościowych zmiennych objaśniających	151
5.3. Poszukiwanie postaci funkcji ilościowych zmiennych objaśniających	164
5.4. Podsumowanie	171
Rozdział 6. Modele semiparametryczne ryzyka niewypłacalności przy uwzględnieniu ryzyka wcześniejszej spłaty jako zdarzenia konkurującego	174
6.1. Model regresji dla hazardu według przyczyn	174
6.2. Modele hazardu subrozkładu	186
6.3. Mieszanka modeli – podejście horyzontalne	188
6.4. Mieszanka modeli – podejście wertykalne	190
6.5. Model subdystrybuanty zbudowany dla pseudoobserwacji	194
6.6. Podsumowanie i kierunki dalszych badań	195
Podsumowanie	199
Załączniki	204
Literatura	250
Spis schematów, tabel i wykresów	262