Kraków 21.05.2022

dr hab. Maciej Capiński prof. AGH
Wydział Matematyki Stosowanej
Akademia Górniczo Hutnicza
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Recenzja rozprawy doktorskiej "Selected risk-sensitive optimal stopping and impulse control problems" autorstwa mgr. Damiana Jelito

Rozprawa doktorska zajmuje się doborem optymalnego momentu stopu oraz optymalnego sterowania w kilku problemach w których celem jest maksymalizacja operatora bazującego na eksponencjalnej użyteczności. Wyniki przedstawione w pracy można podzielić na trzy główne nurty. Pierwszym jest metoda doboru optymalnego momentu stopu. Ten problem jest rozpatrywany zarówno w czasie dyskretnym jak i w czasie ciągłym. Drugim jest badanie regularności optymalnego momentu stopu w zależności od warunku początkowego. Trzecim jest dobór optymalnego impulsowego sterowania stochastycznego maksymalizującego oczekiwaną użyteczność. Powyższe problemy rozważone są dla procesów Fellera, przy założeniu nieskończonego horyzontu czasowego.

W rozprawie doktorskiej rozwiązanie pierwszego z trzech problemów, czyli doboru optymalnego momentu stopu, uzyskane jest za pomocą badania równań Bellman'a zarówno w czasie ciągłym jak i dyskretnym. Wyniki dotyczące rozwiązań równań jaki i ich związku z optymalnym momentem stopu zawarte są w Twierdzeniach 3.2.6 oraz 3.4.3, które odnoszą się odpowiednio do problemu w czasie ciągłym i dyskretnym.

Wyniki dotyczące regularności optymalnego momentu stopu w zależności od doboru warunku początkowego ujęte są w Twierdzeniach 3.2.14 oraz 3.4.11, w których wykazana jest ciągłość optymalnych rozwiązań w zależności od parametru. Wyniki te są powiązane oraz bazują na wcześniejszych Twierdzeniach 3.2.11, 3.4.7, które dostarczają warunki na istnienie i jednoznaczność rozwiązań równań Bellman'a.

Główne wyniki dotyczące istnienia rozwiązań problemu optymalnego impulsowego sterowania stochastycznego są ujęte w Twierdzeniach 4.2.5 oraz 4.3.8. Na ich bazie skonstruowane są optymalne strategie, które są przedstawione w Twierdzeniach 4.2.2 oraz 4.3.4.

Poza naszkicowanymi powyżej głównymi wynikami rozprawa zawiera szereg ciekawych i wartościowych wyników pośrednich, takich jak (nie wypisując wszystkich) Twierdzenie 3.3.2, Propozycje 4.2.9 i 4.3.2 oraz Twierdzenie 4.3.8.

Rozprawa jest napisana bardzo starannie i jest jasnym, że autor bardzo dobrze orientuje się w prezentowanych problemach i biegle posługuje się technikami prowadzącymi do ich rozwiązań; dodatkowo warsztat matematyczny stosowany przez autora jest szeroki i zaawansowany. Na uwagę zasługuje dojrzały styl i język, którym napisana jest rozprawa. Co więcej, w rozprawie znajdują się liczne i szczegółowe opisy dotychczasowych wyników uzyskanych przez innych autorów, które naświetlają kontekst przedstawianych problemów i wyników oraz pozycjonują je w nurcie wcześniejszych badań. Całość rozprawy napisana jest w sposób bardzo dojrzały.

Drobnym 'niedosytem' był dla mnie brak konkretnych numerycznych przykładów praktycznych zastosowań opracowanej teorii. W rozprawie znajdują się wyniki które mogą prowadzić w kierunku takich przykładów, chodzi mi przykładowo o techniki prowadzące do doboru optymalnego sterowania, które oparte są o aproksymację za pomocą rozwiązań dla których dozwolona jest skończona liczba impulsów (np Propozycja 4.2.9). Autor sygnalizuje, że takie techniki mogą być stosowane w praktyce, lecz rozprawa nie idzie w tym kierunku. W pracy znajdują się przykłady zastosowań, które ujęte są w rozdziale 5. Ich charakter jest jednak teoretyczny i celem jest zobrazowanie matematycznych aspektów omawianej teorii, a nie rozwiązanie konkretnego problemu wynikającego z zastosowań.

Wydaje mi się dodatkowo, że sygnalizowane potencjalne zastosowania przedstawianej teorii w finansach do wyceny opcji amerykańskich mogą nie do końca być trafne, gdyż dla opcji amerykańskiej horyzont czasowy jest ustalony, a nie nieskończony jak to ma miejsce w rozprawie. Dodatkowo dla opcji amerykańskich funkcja $\hat{g}$ w optymalizowanym operatorze (patrz (1.0.3) w rozprawie) typowo powinna być równa zero (opcje posiadają jedynie wypłatę, która odpowiada funkcji $\hat{G}$) i nie jestem pewien jaką w takich opcjach interpretację miałoby mieć niezerowe $\hat{g}$. (Techniki opracowane w rozprawie silnie bazują jednak na założeniu że $\hat{g} \neq 0$.) Co więcej, nie jest jasne jak przedstawianymi technikami można by było uzyskać replikację takich opcji.

Powyższe uwagi uważam jednak za marginalne, gdyż trudno mówić o niedosycie w przypadku gdy rozprawa liczy ponad sto sześćdziesiąt stron. Jest zrozumiałym, że nie da się zrobić wszystkiego. Teoria sterowania stochastycznego daje możliwość i szeroki wybór praktycznych zastosowań i jestem przekonany, że przedstawione w rozprawie techniki do takich prowadzą, a autor po takowe sięgnie w swojej dalszej pracy naukowej.

Biorąc pod uwagę bogaty wachlarz wyników udowodnionych w pracy, jak i bardzo dojrzały styl i zaawansowany warsztat autora, nie mam wątpliwości odnośnie tego, że przedstawiona rozprawa spełnia wszystkie zarówno ustawowe jak i zwyczajowe wymogi stawiane pracom doktorskim. Dodatkowo warto podkreślić, że rozprawa doktorska bazuje na trzech już opublikowanych pracach, które ukazały się w bardzo dobrych czasopismach. Jest to rozprawa, która moim zdaniem zasługuje na wyróżnienie. Biorąc więc pod uwagę wyżej sformułowane oceny wnoszę o dopuszczenie rozprawy do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

M Capiński

Maciej Capiński