

DZIAŁ KURSÓW I KONFERENCJI

MATEMATYKA STOSOWANA 9, 2008

KARINA PIWARSKA (Warszawa)
SZYMON PIŁAT (Warszawa)
JULIUSZ FIEDLER (Warszawa)
KAMIL KULESZA (Warszawa, Cambridge)

„The 64th European Study Group with Industry”, czyli spotkanie matematyki ze światem biznesu – wrażenia uczestników

Streszczenie. W dniach 7–11 kwietnia 2008 na Herriot-Watt University w Edynburgu odbyło się European Study Group with Industry. Ponad 60 osobowa grupa naukowców (głównie matematyków) z kilkunastu krajów spotkała się z przedstawicielami świata biznesu, aby wspólnie pracować nad rozwiązaniem problemów zgłoszonych przez tych ostatnich. Dzięki wsparciu organizatorów i IBS PAN w warsztatach tych wzięła udział grupa polskich uczestników.

Słowa kluczowe: industrial mathematics, matematyka użytkowa, zastosowania matematyki, modelowanie matematyczne

1. Wstęp. Grupa polskich uczestników składała się ze studentów V roku matematyki i fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, którymi opiekował się dr Kamil Kulesza⁽¹⁾. Celem wyjazdu było zapoznanie się przez studentów z *industrial mathematics* tak, jak rozumiana jest ona w Wielkiej Brytanii, udział w rozwiązywaniu praktycznych problemów oraz poczynienie obserwacji dotyczących formuły organizacyjnej Study Group with Industry. Wszystkie te działania mają w swoim zamyśle służyć wsparciu przeniesienia brytyjskich doświadczeń na grunt polski w ramach Letnich Praktyk Badawczych „MATEMATYKA, INFORMATYKA, KOMERCJALIZACJA tak, jak robią to w Cambridge” organizowanych wspólnie przez Instytut Badań Systemowych PAN oraz Centrum Zastosowań Matematyki Instytutu Matematycznego PAN. Celem umożliwienia wypowiedzi najmłodszym przedstawicielom świata nauki niniejsze sprawozdanie zostało napisane głównie przez

⁽¹⁾ University of Cambridge, Instytut Badań Systemowych PAN.

studentów, ostatni z autorów wtrącał się jedynie wtedy, kiedy nie widział innej możliwości.

2. Czym są Study Groups with Industry. European Study Groups with Industry (ESGI) są organizowane od 1968 roku (pierwotnie nazywane były Oxford Study Group with Industry). Pomysłodawcami byli Leslie Fox i Alan Taylor, dla których inspirację stanowił raport opublikowany dla Royal Society⁽²⁾. Wynikało z niego, że matematyka stosowana odgrywa ważną rolę w mechanice teoretycznej. Raport zawierał również sugestię, żeby poszerzyć spektrum problemów praktycznych, w których matematyka może zostać wykorzystana, tj. zastosować ją do czegoś więcej niż tylko do mechaniki. Stąd wyłonił się pomysł na naukowe spotkania, w ramach których matematyka będzie stosowana do praktycznych zagadnień ze świata przemysłu. Idea zorganizowania warsztatów, w których mogliby mieć swój udział i matematycy (naukowcy i studenci) i przedstawiciele przemysłu, okazała się natychmiastowym sukcesem. Przemysł dostał możliwość nowego spojrzenia na swoje problemy, szansę na szybki rozwój, a także nowe możliwości rekrutacyjne. Studenci mogli wykorzystać „w praktyce” wiedzę teoretyczną zdobytą w czasie studiów. Natomiast naukowcy uzyskali niewyczerpane źródło nowych problemów teoretycznych. Dziś study groups są organizowane przez uniwersytety w całej Europie (listę poprzednich study groups, jak również listę rozważanych problemów można znaleźć na <http://miis.maths.ox.ac.uk/past/>). European Study Group with Industry zdobyły grono wiernych uczestników. Jedną z osób najdłużej biorących w nich udział jest prof. John Ockendon (FRS⁽³⁾), student Taylora, wieloletni organizator Study Groups with Industry, także obecny w Edynburgu.

3. Organizacja i początek pracy. 64-te ESGI zostało doskonale zorganizowane. Zakwaterowanie i zarejestrowanie się na warsztaty przebiegało bardzo sprawnie. Do dyspozycji przez 24 godziny na dobę była pomoc pracowników, łącze internetowe, pracownie z komputerami. Organizatorzy zaplanowali ESGI na okres, kiedy studenci Herriot-Watt University mają przerwę w nauce, czego efektem była spokojna atmosfera na całym kampusie. Plan dnia, wyżywienie, wskazówki jak dotrzeć do najważniejszych obiektów i wszystkie inne elementy warsztatów były bardzo dobrze przemyślane.

Co do zasady uczestnikami ESGI mogą być osoby ze środowiska akademickiego wszystkich szczebli (studenci, doktoranci, pracownicy naukowci).

⁽²⁾ The Royal Society of London for Improving Natural Knowledge (<http://www.royal-society.org/>).

⁽³⁾ Fellow of Royal Society.



Zdjęcie 1. Kampus uniwersytecki. Na położonym wśród lasów kampusie było bardzo spokojnie.

Trzeba jednak przyznać, że często inspiratorami i pomysłodawcami kierunków badań byli doświadczeni starsi koledzy. Mając autorytet i zdolności przywódcze byli oni często liderami podgrup tworzących się w ramach prac nad projektami. Nie przeszkadzało to jednak w zachowaniu partnerskich relacji. W czasie warsztatu studenci i doktoranci współpracowali na równej stopie z profesorami, również z Cambridge czy Oxfordu. Dodatkowo naukowcy biorący udział w ESGI cechują się chęcią podejmowania nowych wyzwań – dowodem tego jest na przykład fakt, że liderem grupy pracującej nad projektem dotyczącym wyceny nieruchomości (więc projektu z matematyki finansowej) był profesor fizyki.

ESGI rozpoczynają się zawsze od zaprezentowania problemów⁽⁴⁾. Na prezentacje, prowadzone przez przedstawicieli przemysłu, przeznaczony był cały pierwszy dzień warsztatów. Na przedstawienie każdego zagadnienia przeznaczone jest około godziny oraz dodatkowy czas na pytania i odpowiedzi. Na warsztatach w Edynburgu zajmowano się następującymi problemami:

- zabezpieczenie przed zamrażaniem dla zbiorników na gaz (National Grid),
- system nawigacji kolejowej (Reliable Data Systems),
- lokalizowanie telefonów komórkowych (Motorola),
- szacowanie parametru zmienności dla nieruchomości komercyjnych (duża brytyjska instytucja finansowa),

⁽⁴⁾ Należy jednak pamiętać, że problemy te są uprzednio starannie przygotowywane przez przemysł i organizatorów. Często ich właściwe dopracowanie trwa kilka miesięcy.

- system rekomendacji on-line dla towarów z „długiego ogona” (Unilever),
- modelowanie ilości energii dostarczanej przez zespół elektrowni wiatrowych (E.ON).

Bardziej szczegółowe informacje o powyższych problemach znajdują się w załączniku.

4. Sposób pracy i wyniki uzyskane w czasie ESGI. Po przedstawieniu problemów przez następne 4 dni uczestnicy pracowali nad ich rozwiązaniem. Do dyspozycji uczestników były sale wykładowe i konferencyjne, pracownie komputerowe oraz dostęp do Internetu. Każdy z uczestników dowolnie wybierał, jakimi problemami chce się zajmować. Zgodnie z panującymi zasadami nikt nie powinien zajmować się tylko jednym problemem – z reguły wybiera się 2 lub 3. Uformowane w ten sposób grupy robocze pracowały w oddzielnych miejscach na terenie uniwersytetu.

Wybieranie więcej niż jednego problemu ma głębokie uzasadnienie, choć mogłoby się wydawać, że naukowiec będzie rozpraszał swoją uwagę i nie będzie mógł się skoncentrować dostatecznie na wybranym zagadnieniu. Jednym z wielu powodów, dla których system pracy nad kilkoma problemami ma sens, jest następujący: prace nad problemem trwały nieprzerwanie, tak więc zmieniając grupę naukowców tracił część informacji o poczynionych postępach. Paradoksalnie daje to pozytywny efekt, gdyż jednocześnie nie wiedział również o ograniczeniach, na jakie natrafiono. Pozwalało mu to patrzeć na problem z innej perspektywy. Wchodzący do sali uczestnik wymagał szybkiego sprawozdania, co stało się podczas jego nieobecności. Taki raport pozwalał grupie usystematyzować osiągnięcia, a dodatkowo stanowił świetną podstawę dla nowych idei, wyrażanych głównie przez nowo wchodzącego. Podobny efekt dawały nieformalne rozmowy przy kawie. Często zdarzało się, że nowe koncepcje generowane były właśnie w czasie przerw w pracy, także przez osoby niezwiązane z danym problemem. Zabawny był też napis na tablicach „nie ścierać przed zakończeniem Study Group (11.04)” – ale chroniło to przed sytuacją znaną z życiorysu Banacha – zniknięciem rozwiązań.

W większości grup pracowano równolegle nad kilkoma możliwymi podejściami do problemu. Wszystkie próby, udane czy też nie, zostały spisane w raportach dla firm tak, aby ich działy badawcze mogły dalej rozwinąć najbardziej obiecujące podejścia. Co istotne, w większości grup przez cały czas byli obecni przedstawiciele przemysłu (tzw. „łańcuchowi matematycy biznesu”). Służyli oni radą, odpowiadając na bardzo wiele pytań pomagających w zrozumieniu problemu. Ich sposób działania i poziom zaangażowania zależał w dużym stopniu od indywidualnego temperamentu – w niektórych grupach stali się oni nawet koordynatorami prac. W innych koordynatorzy wyłonili się w sposób samoczynny, a przedstawiciele przemysłu raczej

obserwowali rozwój sytuacji i służyli radą oraz wiedzą praktyczną.

Proces „atakowania” problemów można streścić jako fenomen powstawania „czegoś z chaosu”. Pierwsze spotkania zespołów były bardzo nieuporządkowane – przypominały chaotyczne burze mózgow, kiedy to wśród wielu różnych idei staraliśmy się zrozumieć, czego tak naprawdę oczekują od nas firmy i jaką drogą (z wielu proponowanych) powinniśmy pójść, by osiągnąć jak najcenniejsze dla firm rezultaty. W przypadku niektórych projektów kontynuowano wielotorowe badania (np. budowa modelu teoretycznego i analiza dostarczonych danych) – doprowadzając do wielu ciekawych wniosków lub choćby przyczynków do dalszych badań. Warte zauważenia jest to, że podstawową zasadą, jaką kierowano się było proste podejście do zagadnienia i szukanie rozwiązań jak najlepiej opisujących problem, a nie dopasowanie skomplikowanych istniejących już modeli czy rozwiązań. Słowem starano się rozłożyć problem na „czynniki pierwsze” zamiast sięgać po trudne wzory.

Typowy plan dnia w czasie warsztatów

- 07.30–09.00 – Śniadanie
- 09.00–10.30 – Praca nad problemami
- 10.30–11.00 – Przerwa (kawa, herbata, ciastka)
- 11.00–12.30 – Praca nad problemami
- 12.30–13.30 – Obiad
- 13.30–15.30 – Praca nad problemami
- 15.30–16.00 – Przerwa (kawa, herbata, ciastka)
- 16.00–17.00 – Praca nad problemami
- 18.00–20.00 – Kolacja

Ramka 1. Typowy plan dnia w czasie warsztatów.

Trzeciego dnia warsztatów przedstawiciele poszczególnych grup zaprezentowali wyniki swoich dotychczasowych prac. Często było to jedynie dogłębne zrozumienie/zdefiniowanie istoty problemu, ale w niektórych przypadkach poczyniono już znaczne postępy. Reprezentanci grup przedstawili obiecujące kierunki dalszej pracy nad problemem, a także ścieżki rozumowania, które zakończyły się niepowodzeniem.

Ostateczne wyniki prac zostały zaprezentowane piątego dnia. Ze względu na objętość tekstu nie przytaczamy szczegółowych wyników, ale zarówno sformułowania problemów, jak i raporty końcowe można znaleźć na stronie <http://maths.globalwatchonline.com/>. W czasie warsztatów z początkowego chaosu w ciągu zaledwie 5 dni wyłoniły się koncepcje, które przedstawiciele firm uznali za owocne, inspirujące i warte dalszych badań. Dodajmy, że na początku warsztatów niektórzy z nich byli sceptyczni dla obranych kierunków działań; ostatecznie jednak wszyscy byli zgodni co do wysokiej użytecz-

ności tego, co udało się uzyskać. W rezultacie każdy z zespołów pracujących nad problemami uzyskał „absolutorium” ze strony przemysłu.



Zdjęcie 2. Kamil Kulesza prezentuje wyniki prac dotyczących szacowania parametru zmienności dla nieruchomości komercyjnych.

5. Podsumowanie. Współpraca matematyków z przemysłem w ramach ESGI pozwala budować mosty między dwoma światami, które wzajemnie się potrzebują – między światem nauki i światem biznesu. Idea tego przedsięwzięcia polega na uzupełnianiu się dwóch różnych środowisk. Można tu mówić o typowym przykładzie synergii. Naukowcy dostają problemy matematyczne, a przemysł może się szybciej rozwijać. Praca nad problemem, którego rozwiązanie przynosi wymierne korzyści, jest również satysfakcjonująca. W ostatecznym rozrachunku nauka ma przecież służyć rozwojowi ludzkości. ESGI jest bardzo dobrym przykładem na to, że współpraca naukowców ze światem biznesu to droga, która prowadzi do obopólnych korzyści i warto nią podążać. Więcej informacji na temat 64 European Study Group with Industry można znaleźć na stronie: <http://www.ma.hw.ac.uk/esgi08/>.

Podziękowania. Dziękujemy organizatorom 64. European Study Group with Industry za umożliwienie udziału naszej grupy w warsztatach oraz sfinansowanie kosztów związanych z naszym pobytem.

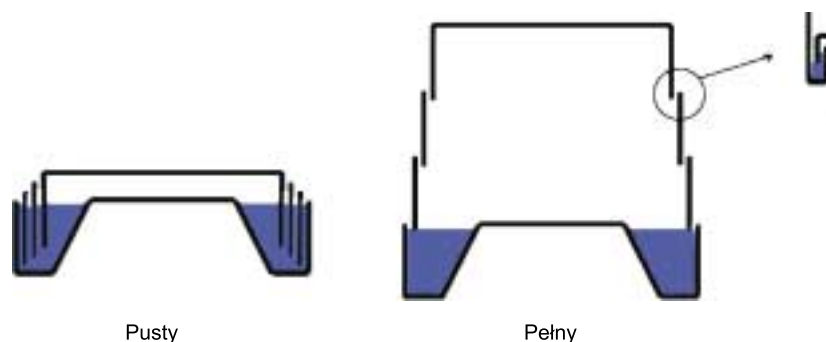
Specjalne podziękowania chcemy złożyć Oxford Centre for Industrial and Applied Mathematics (OCIAM), a zwłaszcza dr Davidowi Allright i prof. Johnowi Ockendonowi.

Dziękujemy również dyrekcji (prof. Olgierdowi Hryniewiczowi) Instytutu Badań Systemowych PAN za życzliwość i sfinansowanie kosztów podróży do Edynburga.

Dodatek A – Opisy problemów.

Zabezpieczenie przed zamrożeniem dla zbiorników na gaz.

Brytyjska firma gazowa (National Grid) przedstawiła zagadnienie dotyczące systemu przechowywania gazu płynnego, zwanego dalej paliwem. Zbiorniki z paliwem, których pomysł pochodzi jeszcze z czasów wiktoriańskich, mają teleskopową budowę, która pozwala im opuszczać się i wznosić jak pokazano na rysunku nr 1. Cylindryczna powłoka zbudowana jest z jednego bądź kilku walców, a poszczególne części zbiornika połączone są obręczami wyposażonymi w rynny, w których znajduje się woda. Do prawidłowego działania systemu przechowywania paliwa woda musi być w fazie ciekłej.



Rysunek 1. Teleskopowe zbiorniki z paliwem – przykład eleganckiej inżynierii z czasów królowej Wiktorii.

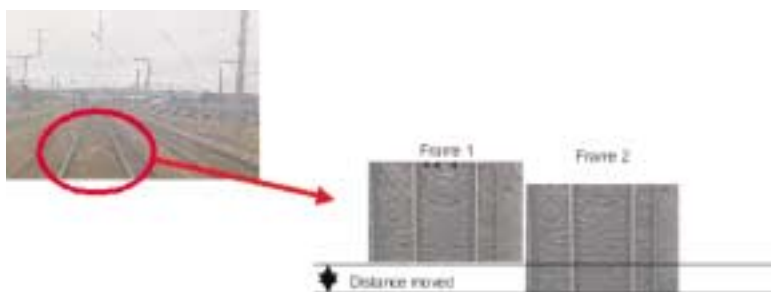
Raz dziennie zbiorniki są opuszczane i we wszystkich rynnach jest wymieniana woda. Problem polega na tym, że pomimo iż woda czerpana ze zbiornika jest ciepła, to i tak w okresie zimy zamarza ona w rynnach.

Opuszczanie zbiornika celem wymiany wody w rynnach jest z różnych powodów rozwiązaniem niewygodnym, m.in. trzeba opróżnić jego zawartość. Firma rozważa alternatywną metodę zapobiegania zamrożeniu wody, tj. zainstalowanie pomp, które będą pompować wodę i utrzymywać w rynnach stały jej przepływ. Woda miałaby być czerpana z zasobów zbiornika wodnego. Zadaniem uczestników było zbadanie jaką temperaturę musi mieć woda w zbiorniku wodnym i jak szybko powinna być wpompowywana

w rynnny, aby w danych warunkach pogodowych nie zamarzała. Należało również stwierdzić, czy woda ze zbiorników wodnych ma wystarczającą temperaturę i czy należy zainstalować urządzenia do jej podgrzewania. Dodatkowo należało rozpatrzyć problem w taki sposób, żeby jego rozwiązanie obejmowało różne wielkości zbiorników z paliwem, różnej wielkości zbiorniki wodne, różne ich położenie (nad czy pod ziemią) oraz różne warunki pogodowe.

System nawigacji kolejowej

Drugi problem przedstawiła firma Reliable Data Systems (RDS) wprowadzająca do użytku system, który za pomocą kamery zamontowanej w kabinie maszynisty potrafi oszacować prędkość pociągu. Kamera cały czas rejestruje obraz przez pociąg, a stworzone przez firmę oprogramowanie analizuje obraz klatka po klatce.



Zdjęcie 3. Obraz z kamery umieszczonej w kabinie maszynisty i przykładowe pojedyncze klatki ze strumienia wideo po transformacji położenia kamery.

Kamera jest skierowana na tory pod określonym kątem, innym niż 90 stopni (obraz z kamery jest w przybliżeniu taki jak widzi maszynista) – patrz zdjęcie 3 powyżej. Najpierw obraz jest transformowany w taki sposób, żeby uzyskać widok taki, jakby kamera była skierowana na tory pod kątem 90 stopni. Dzięki temu problem redukuje się do dwóch wymiarów. Algorytm wyszukuje na obrazie charakterystyczne punkty i analizuje ich przesunięcie na kolejnych klatkach zarejestrowanych przez kamerę. Na tej podstawie można ustalić prędkość pociągu oraz odległość, jaką pociąg przejechał. Firma RDS oczekiwała, że uda się obliczyć, jaka może być maksymalna teoretyczna dokładność takiego pomiaru oraz co zrobić, żeby polepszyć dokładność jaką system osiąga w chwili obecnej. Obecnie system podaje prędkość z dokładnością ± 2 km/h przy prędkości 30 km/h (niepewność pomiaru zwiększa się liniowo wraz z prędkością i wynosi ± 12 km/h przy 500 km/h). Do badań udostępniono szczegóły działania obecnego algorytmu obliczającego prędkość oraz zapisy z kamer umieszczonych w pociągach (w formie sekwencji wideo oraz w formie poszczególnych klatek). Należało wziąć pod uwagę różnorodne źródła zakłóceń powodujących fałszywe pomiary prę-

kości, takie jak niedokładnie skalibrowana kamera, przechylenia nadwozia pociągu osadzonego na zawieszaniu czy zniekształcenie rejestrowanego obrazu poprzez przednią szybę.

Lokalizowanie telefonów komórkowych

Kolejne zagadnienie przedstawiła firma Motorola. Rozważanym problemem było lokalizowanie użytkowników telefonów komórkowych.

Komórki są w stałym kontakcie z kilkoma stacjami bazowymi. Co pewien czas (tylko w trakcie rozmów) wysyłają raporty zawierające siłę sygnału odbieranego z 6 „najbliższych” stacji. Na ich podstawie powstało wiele metod służących lokalizowaniu użytkowników telefonów. Opierały się one głównie na triangulacji lub TDOA (Time Difference Of Arrival). Chociaż techniki te są skuteczne w wielu sytuacjach, pozostaje sporo problemów do rozwiązania. Problemy te mają miejsce, gdyż:

- może zaistnieć sytuacja, że mamy dane tylko z jednej stacji bazowej,
- stacje bazowe mogą nie mieć zsynchronizowanych zegarów,
- sygnał otrzymywany przez telefony podlega wielu zakłóceniom, np. zanik Rayleigha-Riciana (spowodowany przeszkodami) lub efekt Dopplera (spowodowany ruchem).

Kombinacja tych trzech czynników powinna być zawsze brana pod uwagę przy lokalizowaniu użytkowników telefonów komórkowych.

Zadaniem dla Study Group było zbadanie rozkładu i gęstości ruchu w sieci. Samo lokalizowanie konkretnych użytkowników było problemem drugoplanowym. Pytania były następujące: czy rozmowy są wykonywane równomiernie na danym terenie, czy może tworzą się klastry wzmożonego ruchu? Czy są one statyczne, czy też zmieniają się z czasem? Jaka jest ich wielkość i jak dokładnie możemy ją oszacować? Czy na podstawie tych danych można podzielić użytkowników na tych przebywających w budynkach i poza nimi? Celem analizy tego problemu było również sklasyfikowanie użytkowników ze względu na sposób ich przemieszczania się (stojący, piesi, w samochodzie) oraz położenie w pionie (które piętro budynku).

Firma Motorola spodziewała się, że efekt pracy naukowców przyniesie informacje, które pomogą operatorom w planowaniu infrastruktury sieciowej (np. wskazując punkty wzmożonego ruchu).

Szacowanie parametru zmienności dla nieruchomości komercyjnych

Następny problem został przedstawiony przez brytyjską instytucję finansową⁽⁵⁾. Rozważania koncentrowały się wokół analizy portfela, którego częścią są nieruchomości komercyjne. Chcąc mieć jak najpełniejszą wiedzę

⁽⁵⁾ Ze względu na dość delikatny charakter wyników badań firma wolała pozostać anonimowa, zwłaszcza pamiętając niedawną panikę związaną z bankiem Northernrock, który również był silnie zaangażowany na rynku nieruchomości w Wielkiej Brytanii.

o portfelu aktywów czy instrumentów finansowych, zależy nam na informacjach takich jak stopa zwrotu i ryzyko części składowych. W tym przypadku osiągnięciem było oszacowanie parametru zmienności (*volatility*) nieruchomości komercyjnych i ryzyka z tym związanego. Kłopot polega na tym, że nieruchomości są aktywem wycenianym stosunkowo rzadko (np. kwartalnie) oraz bardzo mało płynnym, zwłaszcza w porównaniu z akcjami czy obligacjami. W Wielkiej Brytanii istnieje indeks cen nieruchomości – IPD Index – jednak nie jest wiadome, jak sam indeks jest konstruowany. Dodatkowo analiza jego zmienności może okazać się niewystarczająca do określenia długoterminowego ryzyka, ponieważ ceny po jakich sprzedawane są nieruchomości zależą od wielu czynników, których indeks nie uwzględnia. Pytania postawione przed uczestnikami study group były następujące:

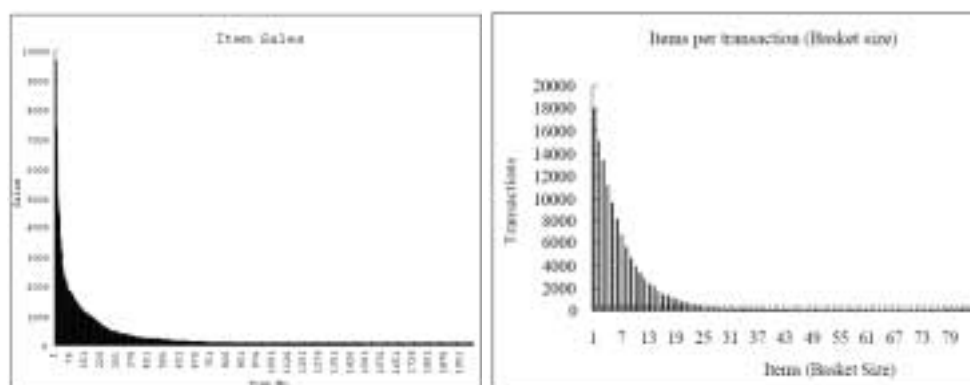
- jakich informacji używają rzeczoznawcy do wyceny nieruchomości?
- czy model ceny sprzedaży nieruchomości można uzyskać bazując na indeksie IPD pomnożonym przez pewien czynnik losowy F ? Czy dostępne są dane do walidacji takiego modelu i określenia, z jakimi czynnikami ekonomicznymi F jest skorelowane?
- jak zmienia się F wraz ze zmianą horyzontu czasowego?
- czy do lepszego zmierzenia zmienności powinno się uwzględniać takie czynniki, jak wielkość czy lokalizacja nieruchomości?
- jakie wnioski można wyciągnąć ze zmian wariancji przy badaniu różnych horyzontów czasowych?

System rekomendacji on-line dla towarów z „długiego ogona”

Sformułowanie problemu postawionego przez firmę Unilever wymaga wstępu. Unilever jest posiadaczem licznych marek towarowych (np. Tetley, Knorr, Persil etc.), sprzedaje bardzo różnorodne produkty i ma ich w ofercie bardzo wiele. Firma prowadzi od kilku lat badania nad systemem rekomendacji dalszych pozycji dla zadanej zawartości koszyka produktów. System działa w taki sposób, że w czasie robienia zakupów on-line użytkownikowi wyświetlane są rekomendacje produktów (reklamy). Pytanie brzmi: jakie reklamy wyświetlić użytkownikowi, wiedząc co ma w koszyku, tzn. na co zdecydował się do tej pory. Oczywiście rekomendacje powinny być takie, żeby użytkownik z nich skorzystał i zakupił dodatkowe produkty.

Wśród danych dostarczonych przez Unilever były informacje o kupujących. Na rysunku nr 2 wykres po lewej przedstawia liczbę zakupionych towarów danego rodzaju pod względem częstości ich kupowania. Dobrze wiadome jest zjawisko o nazwie „długiego ogona” (ang.: *Long Tail*) polegające na tym, że tylko niewielka liczba produktów jest kupowana bardzo często, a większość produktów jest kupowana dość rzadko.

Wykres po prawej stronie przedstawia liczbę artykułów zakupionych w ramach jednej transakcji. Jak widać, niewiele produktów jest kupowa-



Rysunek 2. Na wykresie po lewej prezentowana jest liczba towarów danego rodzaju, po prawej zaś ilość różnych towarów kupowanych w ramach jednej transakcji (tzw. wielkość koszyka).

nych przez jednego użytkownika (tzn. pojawia się w tym samym koszyku).

Przypomnijmy, że pytanie brzmi: co zarekomendować użytkownikowi znając zawartość jego koszyka? Można oczywiście zarekomendować któryś z tych produktów, które są często kupowane, np. mleko. Ale użytkownik i tak je prawdopodobnie zakupi nawet bez rekomendacji. Wyzwanie polega na tym, żeby znając zawartość koszyka zarekomendować produkt z „długiego ogona” i żeby użytkownik faktycznie go zakupił.

Oczekiwanie wobec uczestników było takie, aby opracować model probabilistyczny, który potrafi przyporządkować prawdopodobieństwo zakupu $P(i|s, B)$ każdego towaru i dla kupującego s posiadającego daną zawartość koszyka B . Znając to prawdopodobieństwo, system wyświetla użytkownikowi reklamy n produktów, które z największym prawdopodobieństwem zakupi użytkownik (w ramach analiz zakładano, że wyświetlamy użytkownikowi 3 rekomendacje produktów ($n = 3$)).

Stworzenie modelu miało bazować na danych dostarczonych przez firmę. Zawierały one informacje o tym, co było zawartością koszyka, jakie rekomendacje zostały wyświetlone użytkownikowi i czy użytkownik skorzystał z rekomendacji. Unilever oczekiwał przynajmniej trzech algorytmów, które następnie zamierza zaimplementować i sprawdzić.

Modelowanie ilości energii dostarczanej przez zespół elektrowni wiatrowych

Ostatni problem został przedstawiony przez firmę E.ON, a dotyczył modelowania ilości energii dostarczanej przez zespół elektrowni.

Problem ten ma związek ze wzrostem popularności odnawialnej energii, w tym przypadku energii z elektrowni wiatrowej. Istotne jest, aby zrozumieć, jak kształtuje się moc dostarczana przez zespół elektrowni wiatro-

wych w czasie. Jedna elektrownia wiatrowa nie dostarcza prądu stale, lecz okresowo – wtedy, gdy wieje wiatr. Fakt, że prąd generowany jest w sposób nieciągły, powoduje szereg komplikacji. Jednym ze sposobów radzenia sobie z tą okresowością jest łączenie elektrowni wiatrowych w zespoły. Oczywiście im więcej elektrowni jest połączonych w zespół, tym mniej jest przerw w dostawie energii. Podejście łączenia elektrowni w zespoły zakłada niezależność elektrowni (tzn. ich możliwości generowania prądu). Jednak w przypadku dużych zespołów elektrowni wiatrowych należy wziąć pod uwagę korelację mocy dostarczanej przez 2 elektrownie. Ta korelacja w oczywisty sposób zależy wykładniczo od odległości między elektrowniami. Drugą bardzo istotną własnością jest zależność siły wiatru w chwili t od siły w chwili $t - 1$ (kroki czasowe w modelowaniu elektryczności wynoszą zwykle 30 minut). Z reguły korelacja między tymi wartościami jest wysoka, typowy współczynnik korelacji to 0,95. Ostatnią znaną własnością jest rozkład siły wiatru.

Zadaniem dla uczestników study group było stworzenie modelu pozwalającego symulować ilość energii dostarczanej przez zespół elektrowni wiatrowych i spełniającego wszystkie powyższe własności.

Karina Piwarska
Wydział Matematyki Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego
E-mail: karina.piwarska@gmail.com

Szymon Piłat
Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
E-mail: spil@okwf.fuw.edu.pl

Juliusz Fiedler
Wydział Matematyki Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego
E-mail: jfiedler@o2.pl

Kamil Kulesza
Instytut Badań Systemowych PAN, University of Cambridge
E-mail: Kamil.Kulesza@damtp.cam.ac.uk.

THE 64TH EUROPEAN STUDY GROUP WITH INDUSTRY
– participants’ perspective

(wplynęło 1 czerwca 2008 r.)