RAPORT

Opisy projektów 71st European Study Group with Industry w Odense w Danii 17 – 21 sierpnia 2009

2009

Marcin Borucki, Borys Sobiegraj, Paweł Szerling

2009-12-01

W dniach 17-21 sierpnia 2009 roku odbyły się w Odense na University of Southern Denmark 71st European Study Group with Industry (ESGI). ESGI to spotkania naukowe, podczas których matematyka jest stosowana do rozwiązywania praktycznych zagadnień ze świata biznesu. Podczas ESGI studenci i doktoranci przy wsparciu profesorów z dużym dorobkiem w tzw. *industrial mathematics* w ciągu pięciu dni starają sie znaleźć rozwiązanie problemów zgłoszonych wcześniej przez firmy. Dzięki wsparciu organizatorów oraz Instytutu Matematycznego PAN, w warsztatach w Odense mogła wziąć udział grupa studentów z Polski w składzie: Marcin Borucki, Borys Sobiegraj, Paweł Szerling. Niniejszy dokument przedstawia opisy projektów z 71st European Study Group with Industry.

Spis treści

1. „Reconstruction of 3D Morphology from Optical Sectioning of Biological Objects" - projekt zgłoszony przez firmę Unisensor 3
   1.1. Przedstawienie zagadnienia – funkcjonowanie urządzenia pomiarowego 3
   1.2. Wyzwanie postawione przed uczestnikami 71st ESGI 3
   1.3. Cele projektu i kryteria sukcesu 3
   1.4. Wyniki projektu 4
2. „Dependency Modeling in Credit Risk" projekt zgłoszony przez firmę Dankse Bank 5
   2.1. Przedstawienie zagadnienia – Factor Model 5
   2.2. Wyzwanie postawione przed uczestnikami 71st ESGI 5
   2.3. Cele projektu 5
   2.4. Wyniki projektu 6
3. „Gas Portfolio Optimisation under Uncertainty" - projekt zgłoszony przez firmę Dong Energy 7
   3.1. Przedstawienie zagadnienia 7
   3.2. Wyzwania i cele postawione przed uczestnikami 71st ESGI 7
   3.3. Wyniki projektu 8
4. Dodatki 9
   Dodatek 1. Opis slajdów z prezentacji przedstawiającej wyjazd na 71st ESGI do Odense w Danii – 17-21 sierpnia 2009 9
   Dodatek 2. Prezentacja przedstawiająca wyjazd na 71st ESGI do Odense w Danii – 17-21 sierpnia 2009 11

1. „Reconstruction of 3D Morphology from Optical Sectioning of Biological Objects” - projekt zgłoszony przez firmę Unisensor

1.1. Przedstawienie zagadnienia – funkcjonowanie urządzenia pomiarowego

Firma Unisensor rozwija nowe narzędzie do wykrywania i analizowania mikroskopijnych obiektów w różnych rodzajach cieczy. Bazuje ono na nowej technologii opartej na optycznym porcjowaniu próbek. Przykładami tych obiektów są komórki krwi, bakterie, plemniki oraz embriony ssaków. Celem projektu była rekonstrukcja trójwymiarowej morfologii próbek na podstawie serii obrazów różnych przekrojów próbki.

Urządzenie pomiarowe składa się ze źródła światła, miejsca, w którym umieszcza się próbki oraz kamery z poruszającej się wraz z soczewką skupiającą. Próbkę umieszcza się pomiędzy źródłem światła i kamerą. Dzięki ruchom kamery w górę i w dół otrzymuje się serię obrazów. Poszczególne obrazy uzyskiwane są dzięki ogniskowaniu się układu optycznego na różnych głębokościach próbki. Próbka może być analizowana na wiele różnych sposobów, w zależności od charakterystyki badanych obiektów w próbce. Bardziej zaawansowana analiza wymaga informacji o trójwymiarowej strukturze obserwowanych ciał.

1.2. Wyzwanie postawione przed uczestnikami 71st ESGI

Technika porcjowania jest dobrze znana z różnych innych zastosowań takich jak: ultrasonografia płodu, tomografia komputerowa oraz spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego. Największym wyzwaniem, które zostało postawione przed uczestnikami 71st ESGI, było to, że na zawartość obrazu z przekroju, w którym w danym momencie jest ognisko układu, wpływa nie tylko ten przekrój próbki, ale także przekroje sąsiednie. Zaletą takiej sytuacji jest to, że niewielka ilość obrazów wystarcza do pokrycia całej próbki, natomiast wadą jest to, że każdy obraz zawiera silny komponent sąsiednich obrazów (spoza przekroju odpowiadającego ognisku). Inne wyzwanie postawione przed uczestnikami 71st European Study Group with Industry, stanowiły optyczne artefakty spowodowane przestrzenną oraz czasową koherencją źródła światła, które zwiększały rozproszenie światła przechodzącego przez próbkę.

1.3. Cele projektu i kryteria sukcesu

Generalnym celem projektu było rozwinięcie metody rekonstrukcji trójwymiarowego obrazu na podstawie zbiorów obrazów uzyskanych dzięki ogniskowaniu układu pomiarowego na różnych przekrojach obiektu. Grupa projektowa miała się szczególnie skoncentrować na ostrych zmianach obrazu, które mogą świadczyć na przykład o występowaniu błon komórkowych (zakłada się, że badane obiekty są półprzezroczyste). Jako kamienie milowe, przybliżające do osiągnięcia celu projektu, zostały wyodrębnione:

1. Komputerowa generacja zbioru obrazów dla prostych kształtów takich jak: dwuwymiarowa płytka, sfera, sześcian. Te obrazy miały być inspiracją dla pierwszych wersji metod rekonstrukcji.
2. Zbadanie jednoznaczności rekonstruowanego, trójwymiarowego obrazu.

3. Rekonstrukcja morfologii obiektu na podstawie komputerowo wygenerowanych zbiorów obrazów.
4. Rozwój metody separacji informacji pochodzących z ogniska od niepochodzących z ogniska poprzez porównywanie dwóch sąsiednich obrazów z danego zbioru.
5. Zastosowanie opracowanej metody rekonstrukcji do powstałych na podstawie eksperymentów zbiorów obrazów:
    a. dobrze zdefiniowanych dwuwymiarowych kształtów,
    b. zlepku kilku szklanych kul,
    c. białych ciałek krwi,
    d. komórek rozrodczych myszy.

1.4. Wyniki projektu

Prace w projekcie pod nadzorem przedstawiciela Unisensor biegły równolegle w kilku grupach zajmujących się różnymi zadaniami. Dzięki tej metodzie prac, w ciągu niespełna 5 dni, udało się zrealizować w dużej mierze cele projektu. Cele 1, 3, 4 udało się wykonać w pełni, natomiast cele 2. i 5. zrealizowano w znacznym stopniu. Przedstawiciel zleceniodawcy był usatysfakcjonowany wynikami.

2. „Dependency Modeling in Credit Risk" projekt zgłoszony przez firmę Dankse Bank

2.1. Przedstawienie zagadnienia – Factor Model

Denske Bank, jeden z wiodących duńskich banków, odczuł w istotnym stopniu ostatni kryzys gospodarczy. Podobnie jak wiele innych banków, Denske Bank odnotował znaczące straty w sektorze kredytów. Bank, w trosce o bezpieczeństwo udzielanych kredytów jak również ze względu na chęć utrzymania wysokiego ratingu, zgłosił potrzebę dokładnej analizy, modyfikacji lub zastąpienia obecnie funkcjonującego modelu oceny ryzyka.

Model stosowany przez Denske Bank – *Factor Model* (FM) – polegał na faktoryzacji czynników ryzyka oraz znaczącej segmentacji portfolio klientów. W zależności od wielkości reflektanta, był on reprezentowany samodzielnie lub jako grupa klientów o podobnych cechach. W Modelu każda grupa była traktowana jako jednostka. Każdej jednostce przypisywano odpowiedni stopień wrażliwości na zjawiska zewnętrzne (systematyczne) związane z koniunkturą na poszczególnych rynkach oraz zjawiska wewnętrzne (idiosynkratyczne) niezależne od sytuacji makroekonomicznej. Następnie w obliczeniach Monte Carlo symulowano możliwe scenariusze rynkowe oraz przyszłą kondycję wewnętrzną wszystkich jednostek i na tej podstawie obliczano „zwrot" z każdej jednostki. Jeśli zwrot spadał poniżej wartości krytycznej, Model uznawał jednostkę za upadłą i wiązał z nią określone straty.

2.2. Wyzwanie postawione przed uczestnikami 71st ESGI

Okazało się, iż wraz z kryzysem ekonomicznym stosowany dotąd Model przestał działać. Nagle zaczął generować znaczące straty dla Banku. W oparciu o Model szacowano nie tylko ryzyko kredytowe, lecz również oceniano straty związane z udzielanymi kredytami. Po części na jego podstawie wyliczano zysk lub stratę Banku w dziale pożyczek i kredytów. Z rozmów z przedstawicielami Banku wynikło, iż w kryzysie część Modelu odpowiedzialna za odzwierciedlenie zjawisk rynkowych w znaczącym stopniu przyczyniła się do podwyższenia szacunków strat. W części tej zaimplementowana jest macierz korelacji między poszczególnymi rynkami, branżami, etc. W sytuacji gdy wszystkie rynki zaczęły poruszać się w dół, korelacje między różnymi rynkami znacząco wzrosły, nie jako rzeczywiste współzależności rynków, lecz w wyniku sprzężenia z zewnętrznym czynnikiem - globalną sytuacją gospodarczą. W ten sposób zwrot z każdej jednostki spadł znacząco poniżej wartości jaka mogłaby wynikać z pogorszenia się koniunktury na rynkach, od których jednostki zależą w sposób bezpośredni. Kryzys skłonił Denske Bank do rewizji stosowanego Modelu.

2.3. Cele projektu

Bank postawił przed grupą dość rozległe pytania dotyczące modelowania ryzyka kredytowego:

1. Czy indeksy kapitałowe są właściwym narzędziem do szacowania korelacji między wierzycielami;
2. Czy *Factor Model* jest najlepszą, najbardziej intuicyjną i optymalną metodą modelowania ryzyka kredytowego;

3. Czy istnieją alternatywne sposoby lub dane, na podstawie których można modelować ryzyko kredytowe?

oraz pytania związane z detalami modelu faktoryzacyjnego:

4. Jak zapewnić aby oszacowania korelacji były:
    a. Wystarczająco dynamiczne, przez co oddawały zmiany rynkowe w czasach kryzysowych;
    b. Nie były nazbyt czułe na fluktuacje;
    c. Zawierały element „przewidujący”;
5. Jakie miary skalarne są odpowiednie dla cechowania całkowitego poziomu korelacji;
6. W jaki sposób najlepiej określić wagi czynników systematycznych i idiosynkratycznych oraz wagi poszczególnych czynników rynkowych aby otrzymać najlepszy opis korelacji;
7. W jaki sposób poddać otrzymane wagi walidacji.

2.4. Wyniki projektu

Po burzliwych dyskusjach w pierwszych dniach działania grupy 71st ESGI Denske Bank, wykrystalizowały się kierunki badań, które w możliwie najpełniejszy sposób pokrywały się z oczekiwaniami postawionymi przez zleceniodawcę i jednocześnie leżały zakresie kompetencji członków grupy. W rezultacie rozwinięto następujące zagadnienia:

W obszarze analizy stosowanego przez Bank Modelu:

1. Analiza wartości własnych macierzy korelacji występującej w Modelu;
2. Analiza perturbacyjna Modelu poprzez wyprowadzenie ścisłego rachunku zaburzeń;
3. Zastosowanie testu statystycznego „zerowej hipotezy” w celu walidacji Modelu;

Metody bezwzględnego pomiaru i cechowania korelacji ryzyka:

4. Zdefiniowanie miary skalarnej cechującej globalny poziom korelacji ryzyka;
5. Wyprowadzenie metody pomiaru korelacji ryzyka opartej o wariancję rozkładu strat.

Propozycje rozszerzenia stosowanego modelu:

6. Wprowadzenie elementu predykcyjnego do modelu poprzez dodanie liniowej lub kwadratowej ekstrapolacji macierzy korelacji w kolejnych krokach czasowych;
7. Sugestia dwustanowego *Factor Model*, czułego na warunki makroekonomiczne, który w zależności od sytuacji rynkowej uruchamia obliczenia w trybie hossy lub bessy (kryzysu).

Podjęto również próby znalezienia alternatywy dla *Factor Model,* jednak po pewnym czasie zarzucono ten kierunek poszukiwań, ponieważ szybko okazało się, iż inne modele stosowane na rynku są uboższe od FM. Odnalezienie lub konstrukcja alternatywnego modelu, o podobnym stopniu funkcjonalności lecz odmiennej mechanice działania, wymagało dość obszernej wiedzy i doświadczenia w finansach lub znacznie więcej czasu niż 5 dni, w ciągu których miało zamknąć się ESGI.

Nie udało się odpowiedzieć na każde z pytań postawionych przez Denske Bank. Było jednak jasne, iż zestaw zagadnień był sformułowany w sposób nadmiarowy. Co więcej, niektóre z pytań w sposób jednoznaczny były postawione tylko po to, aby dać szansę uczestnikom ESGI na doznanie mało prawdopodobnego „olśnienia” i zrewolucjonizowania dziedziny jaką jest modelowanie ryzyka kredytowego.

W końcowym rozliczeniu przedstawione sposoby analizy FM i sformułowane propozycje rozwoju modelu spotkały się z bardzo pozytywnym przyjęciem ze strony zleceniodawców. Tym samym można uznać wyniki pracy Grupy Denske Bank na 71st ESGI za sukces.

3. „Gas Portfolio Optimisation under Uncertainty” - projekt zgłoszony przez firmę Dong Energy

3.1. Przedstawienie zagadnienia

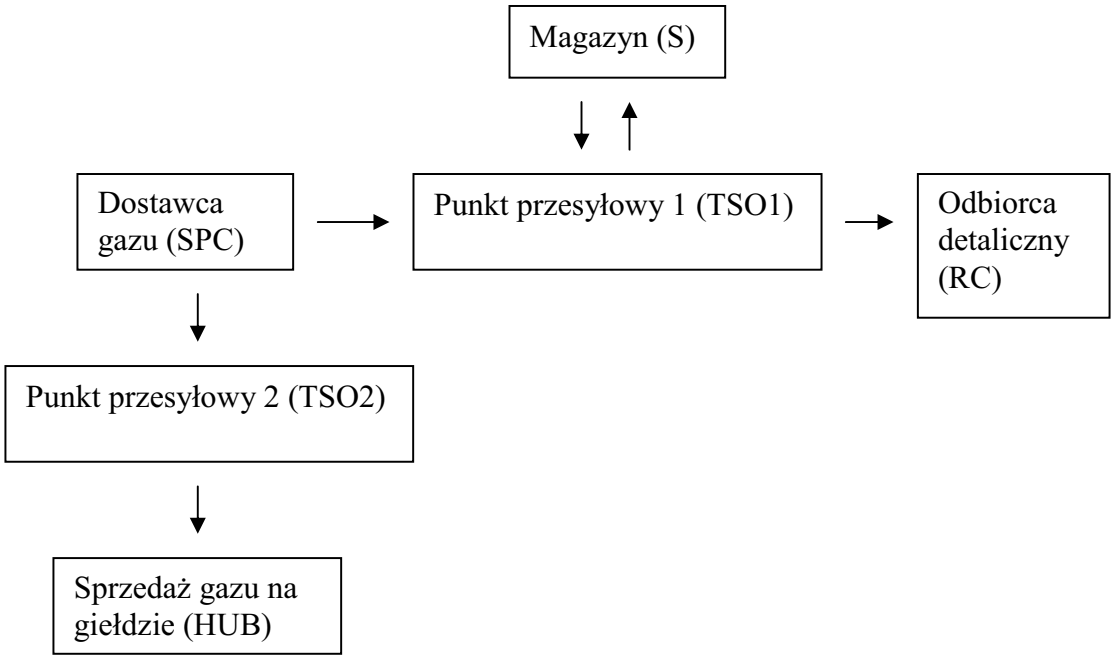
W konsekwencji liberalizacji rynków energii w Europie istnieje możliwość odsprzedaży gazu już nie tylko do konsumentów detalicznych, ale również na giełdach w systemie spot trading. Ze względu na ten nowy porządek prawny, producenci i dystrybutorzy gazu stanęli przed nowymi problemami optymalizacyjnymi.

3.2. Wyzwania i cele postawione przed uczestnikami 71st ESGI

Firma DONG zwróciła się z prośbą o dokonanie optymalizacji w uproszczonym modelu sieci przesyłowej. Zleceniodawca ma nadzieję, że rozwiązanie tego problemu będzie stosowalne również dla rzeczywistych sieci przesyłowych. Ramy, w jakich działa dostawca gazu (w tym przypadku DONG Energy), są następujące:

1. Posiada złożony kontrakt na zakup gazu od hurtownika (*swing contract*);
2. Ma dostęp do magazynu;
3. Musi dopełnić swoich zobowiązań wobec konsumenta detalicznego;
4. Ma ograniczoną możliwość sprzedaży gazu na wolnym rynku (HUB).

Uproszczony schemat linii przesyłowej został przedstawiony na Rys. 1.



Rysunek 1. Uproszczony schemat linii przesyłowej.

Ograniczenia w pracy elementów układu to:

1. RC - Odbiorca detaliczny zamawiający gaz decyduje się na zakup nie na podstawie ceny, a na podstawie panujących warunków pogodowych – przede wszystkim temperatury. Istnieje tu oczywisty związek ze zmianami pór roku. Za niedopełnienie zobowiązań wobec konsumentów detalicznych naliczana jest kara.

2. SPC - Kontrakt pomiędzy dostawcą gazu a hurtownikiem to kontrakt typu swing. W uproszczeniu oznacza to, że każdego dnia zakup gazu od hurtownika musi nastąpić w ilości nie mniejszej niż dzienne minimum i nie większej niż dzienne maksimum. Również dla całego roku jest określona minimalna i maksymalna ilość gazu, która musi zostać zakupiona. Cena gazu u sprzedawcy hurtowego jest powiązana z ceną ropy.
3. S – Na magazyn nałożonych jest wiele ograniczeń. Poza koniecznością uwzględnienia maksymalnej pojemności magazynu, istnieje również różne w różnych miesiącach minimum gazu, które musi się znajdować w magazynie. Dodatkowo napełnianie magazynu kosztuje i następuje dwa razy wolniej niż opróżnianie go. Jak można wywnioskować z poprzedniego zdania, istnieją również ograniczenia dotyczące ilości gazu wstrzykiwanego do magazynu i z niego odbieranego.
4. HUB – jest miejscem, w którym prawa popytu i podaży ustanawiają cenę gazu. Zależnie od tej ceny i przewidywanej przyszłej ceny, gaz jest sprzedawany na tym rynku bądź nie. Istnieje odgórne ograniczenie dotyczące ilości gazu, którą można wysłać do HUBu, wynikające z przepustowości gazociągów.

Docelowo oczekuje się stworzenia podstaw dla systemu, który byłby w stanie pomóc decydować o zakupie i sprzedaży gazu w cyklu dziennym.

3.3. Wyniki projektu

W wyniku prac projektu, firmie zaproponowano 3 podejścia:

1. Pierwsze podejście używało metod mechaniki teoretycznej, gdzie warunki brzegowe układu zostały rozpisane na odpowiednie więzy.
2. Drugie podejście było oparte o wykonaną przez jednego z uczestników symulację komputerową.
3. Trzecie podejście korzystało z metod matematyki finansowej i dawało największe nadzieje, na tym etapie, na wykorzystanie w pracy firmy.

4. Dodatki

Dodatek 1. Opis slajdów z prezentacji przedstawiającej wyjazd na 71st ESGI do Odense w Danii – 17-21 sierpnia 2009

Slajd 1:
Kilka słów wstępu. Istotne informacje:

1. 71st European Study Group with Industry odbywało się w Odense w Danii;
2. Uczestnikami ze strony polskiej byli: Marcin Borucki, Borys Sobiegraj i Paweł Szerling.

Slajd 2:
Dojazd był wieloetapowym procesem, który rozpoczynał się na lotnisku imienia Fryderyka Chopina w Warszawie. Na szczęście etap ten przeszedł płynnie i, poza jedną ofiarą w postaci butelki coli odebranej podczas kontroli bagażu, wszystko poszło sprawnie

Slajd 3:
Doleciawszy na miejsce, przy odbieraniu bagażu poznaliśmy kilka osób z Polski, które powiedziały nam, że jadą do Malmo busem, który zamówiły będąc jeszcze w Polsce. Po szybkim porównaniu cen wyszło na to, że korzystniej cenowo byłoby pojechać z nimi, ale niestety nie było już miejsc.

Z lotniska złapaliśmy autobus na dworzec kolejowy w Malmo. Ku naszemu zaskoczeniu okazało się, iż gotówka jest formą płatności wycofywaną ze szwedzkich autobusów i, żeby dokonać płatności, musieliśmy użyć karty kredytowej (karty płatnicze nie były honorowane).
Na samym dworcu w okienku obsługiwała nas Polka, która poradziła nam, by drogę do Odense ze względów ekonomicznych podzielić na dwa etapy. Idąc za jej radą kupiliśmy bilety do Kopenhagi, gdzie następnie nabyliśmy bilety do Odense.

Slajd 4:
Po dojechaniu do Odense oraz szybkiej ocenie dystansu i przewidywanego kosztu transportu w okolice naszego noclegu, wybraliśmy opcję dojścia na miejsce pieszo. Już w Polsce przygotowaliśmy screenshoty map i kopie maili od organizatorów, dzięki czemu, z zaledwie kilkoma przystankami na sprawdzenie kursu, dotarliśmy do celu.

Slajd 5:
Odense okazało się małym urokliwym miasteczkiem pełnym niewysokich domków. Tak jak się spodziewaliśmy, można było tu spotkać wielu rowerzystów. Kampus, na terenie którego spaliśmy, otoczony był dużą ilością zieleni.

Pokoje w których mieszkaliśmy były jednoosobowe. Niestety opinia Skandynawii jako miejsca o świetnych warunkach do życia została nadszarpnięta, ponieważ kilku uczestników ESGI miało dość poważne problemy z pokojami. W jednym przypadku osoba otrzymała pokój bez łóżka. W innym zaś okazało się, że łóżko w pokój jest, ale za to pełne pluskiew, które pogryzły jednego z uczestników ESGI. Z powodu posiadanej alergii stał się on również wzorcem edukacyjnym dla duńskich lekarzy.

Slajd 6:
Dotarcie od naszego miejsca zamieszkania do kampusu, gdzie odbywały się ESGI, zajmowało około 15 minut. Pierwszego dnia wyszliśmy około pół godziny przed otwarciem rejestracji, gdyż słusznie obawialiśmy się problemów ze znalezieniem sali. Okazało się, że organizatorzy podali niewłaściwą salę otwarcia ESGI oraz nie oznaczyli drogi dotarcia do niej. Na szczęście jasnowidzem okazał się Paweł, który trafnie na ulicy odgadł który przechodzień idzie na ESGI. Z nowo zapoznanym kolegą - Duńczykiem - łatwo trafiliśmy na miejsce.

Slajd 7:
Prezentacje problemów rozpoczęły się z drobnym opóźnieniem. Problemy prezentowane były na forum dla uczestników przez przedstawicieli firm je zlecających. Po zadaniu przez uczestników ESGI pytań doprecyzowujących i rozdaniu haseł do uczelnianej sieci Wi-Fi, wszyscy rozeszli się do sal projektowych. Każdy mógł sam sobie wybrać projekt, w którym chciał uczestniczyć. Na szczęście nie spowodowało to większych problemów, gdyż w każdej z sal znalazła się taka liczba osób, która pozwalała na sprawne przeprowadzenie działań.

Slajd 8:
Opis problemu zgłoszonego przez Denske Bank – Marcin Borucki. (Patrz rozdział 2.)

Slajd 9:
Opis problemu zgłoszonego przez Unisensor – Paweł Szerling. (Patrz rozdział 1.)

Slajd 10:
Opis problemu zgłoszonego przez DONG Energy – Borys Sobiegraj. (Patrz rozdział 3.)

Slajd 11:
Praca nad problemami w każdym z projektów odbywała się w innym systemie. To co je łączyło to godzina rozpoczęcia prac, przerwy na obiad, wieczorne omówienie postępu w pracach i wspólne kolacje. W zasadzie w każdym projekcie wykształcił się podział na grupy, które opracowywały konkretne podejścia do problemu.

Slajd 12:
Jednym z najważniejszych miejsc wymiany myśli był korytarz, na którym znajdował się stolik z kawą, herbatą, ciasteczkami oraz owocami. Tam też uczestnicy żywo dyskutowali nad rozwojem swoich koncepcji, generowali nowe pomysły i wymieniali się opiniami na temat przebiegu projektów.

Slajd 13:
Znaczną zasługę dla integracji grupy miały wspólne kolacje. Tutaj się lepiej poznawaliśmy i umawialiśmy na dalszy ciąg wieczoru. Ze względu na bliskie sąsiedztwo stołu do gry w piłkarzyki z kafeterią, w której spożywaliśmy wspólne posiłki a także potrzebę „aktywności fizycznej" po dniu wytężonej pracy intelektualnej, częstym elementem wieczornych spotkań były mecze w piłkarzyki.

Slajd 14:
Każdy z nas starał się aktywnie uczestniczyć w pracach grupy zarówno rozwijając swoje koncepcje, jak również wspierając swoich kolegów z zespołu.

Slajd 15:
Wszyscy staraliśmy się aby nasza obecność na projektach była odnotowana. Każdy z nas zajrzał na spotkania przynajmniej dwóch projektów. Kilkakrotnie występowaliśmy w wieczornych prezentacjach podsumowujących postępy projektów. Borys Sobiegraj był jednym z prezentujących wyniki końcowe projektu DONG Energy. Marcin Borucki brał zaś udział w pracach nad tworzeniem raportu końcowego z projektu Denske Bank i w prezentacjach rezultatów.

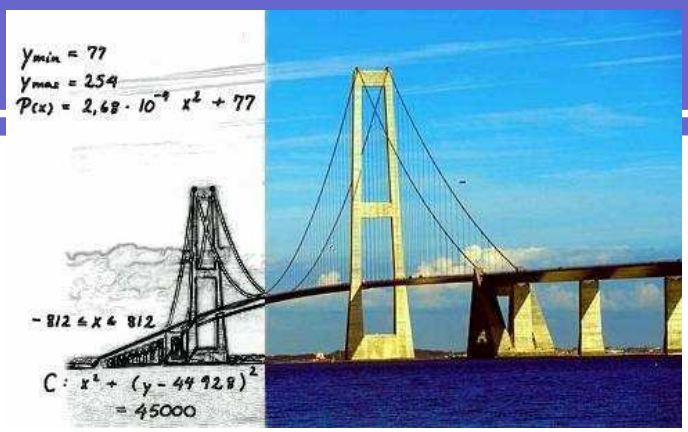
Slajd 16:
Dzięki temu że w piątek zakończenie ESGI odbyło się sprawnie i szybko, popołudniu mieliśmy kilka godzin wolnego czasu przed wieczornym lotem powrotnym do Polski, co wykorzystaliśmy na zwiedzanie Kopenhagi. Odwiedziliśmy między innymi wyjątkowo egzotyczną w naszej opinii dzielnicę hipisów, zwaną Christianią. Spacer ów był bardzo miłym zakończeniem naszego pobytu w Danii.

Slajd 17, 18 i 19:
Na zakończenie kilka zdjęć z samolotu podchodzącego do lądowania na lotnisku im. Fryderyka Chopina. Obiektyw nie był niestety w stanie oddać całego uroku Warszawy widzianej nocą z lotu ptaka, tym nie mniej ukazał niecodzienny obraz świata :)

Dodatek 2. Prezentacja przedstawiająca wyjazd na 71st ESGI do Odense w Danii – 17-21 sierpnia 2009

Na kolejnych stronach znajduje się prezentacja opisana w Dodatku 1.

71st Study Group with Industry

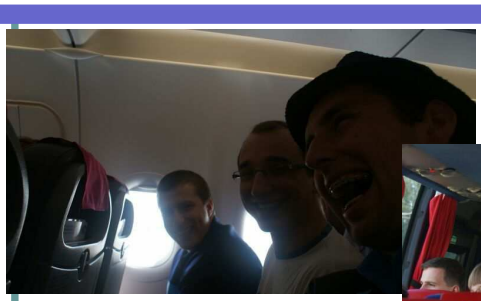


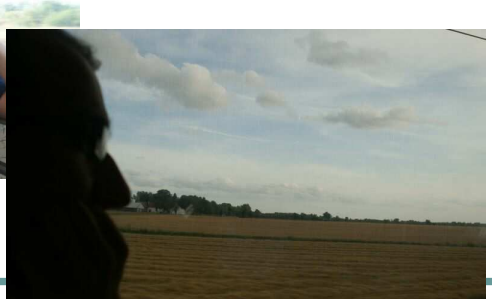
DTU

UNIVERSITY OF SOUTHERN DENMARK

Dojazd

Dojazd



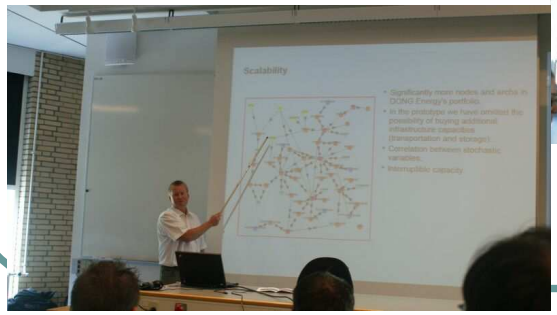


W Odense

W Odense

Start ESGI

Prezentacje problemów



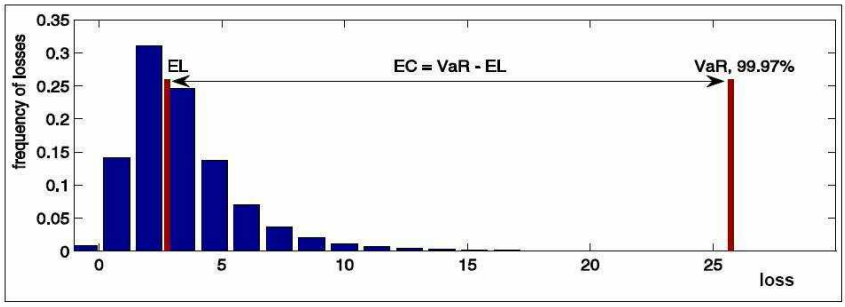
Danske Bank

$$r_i = R_i\left[\sum_{j=1}^{M}\alpha_{ij}X_j\right] + \sqrt{1-R_i^2}\,\varepsilon_i$$

$$\Downarrow$$

$$f_X(x_1,\ldots,x_N) = \frac{1}{(2\pi)^{N/2}\,|\Sigma|^{1/2}}\exp\left(-\frac{1}{2}(x-\mu)^\top\Sigma^{-1}(x-\mu)\right)$$

Figure 1 Loss distribution (schematic)



DONG energy

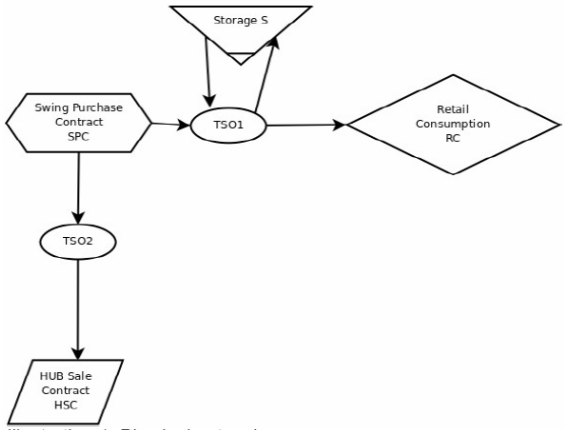


Illustration 1: Physical network

$$p(Q_t^{RC}|T)=N(-\mu\cdot T+\gamma,\sigma^2)$$

$$p(T|t)=N(C-\alpha\cdot\cos(\beta\cdot(t-t_0)),\epsilon^2)$$

$$C_t^{RC}=f(Q_t^{UD})\cdot(C_0^{RC}+P_t^{UD}\cdot Q_t^{UD})$$

$$Q_t^{UD}=max(0,Q_t^{RC}+Q_t^{INJ}-Q_t^{SPC,1}-Q_t^{WD})$$

$$D^{min} \leq Q_t^{SPC} \leq D^{max}$$

$$Y^{min} \leq \sum_{t}^{T_N} Q_t^{SPC} \leq Y^{max}$$

$$P_m^{SPC}=P_0+\alpha\cdot\frac{1}{6}\cdot\sum_{i=(m-9)}^{i=m-4} P_i^{oil}$$

$$Q_t^{HSC}=Q_t^{SPC,2} \quad Q_t^{SPC,2}\leq F^{max}$$

$$V_t=V_{t-1}+Q_t^{INJ}-Q_t^{WD}$$

$$E\left(\sum_{t}^{t_N}\left(P_t^{HSC}\cdot Q_t^{HSC}-P_t^{SPC}\cdot Q_t^{SPC}-C_t^{RC}\right)\right)$$

Unisensor

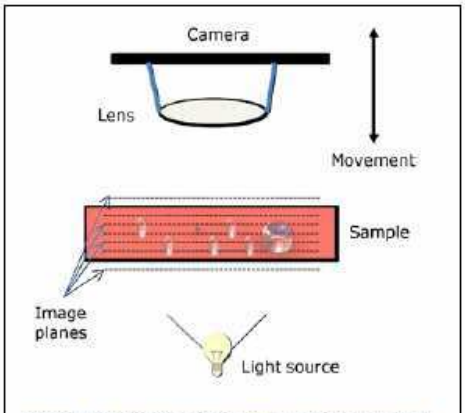


Figure 1: Illustration of the measurement principle

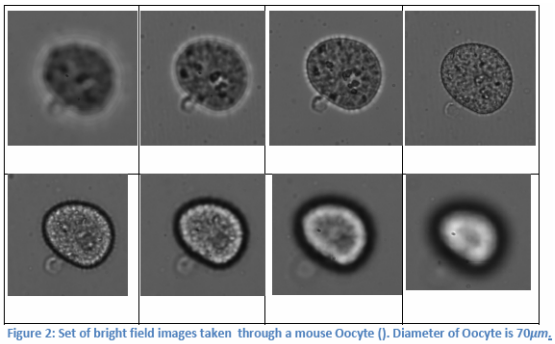


Figure 2: Set of bright field images taken through a mouse Oocyte (). Diameter of Oocyte is 70μm.

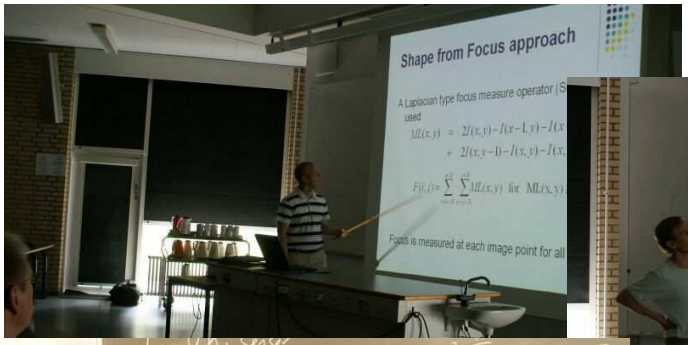
Praca nad problemami

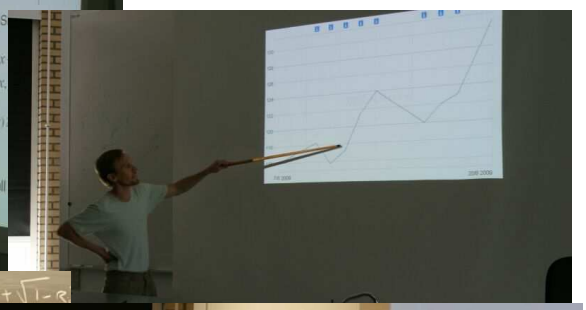
Coffee break

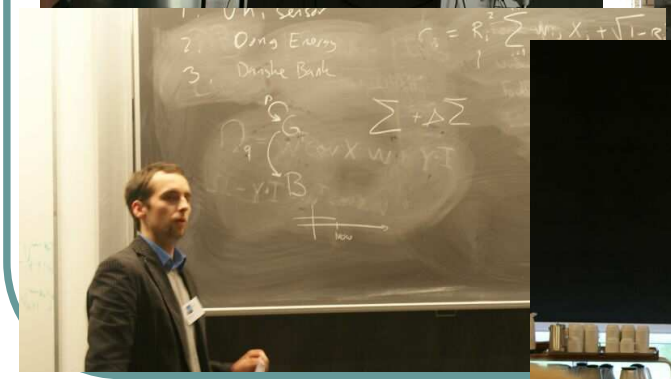
Kolacje

Rodacy przy pracy

Prezentacje końcowe







Kopenhaga

Kilka miłych widoków na koniec

Kilka miłych widoków na koniec

Kilka miłych widoków na koniec