

# SYSTEMY INTELIGENTNYCH AGENTÓW

## SYMULACJA RYNKU SPOŻYWCZEGO

*Autorki:*

Weronika Świdarska, 233221

Beata Wójciak, 241772

*Prowadzący:*

Piotr Lipiński

26 czerwca 2013

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wprowadzenie</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Opis projektu</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Architektura systemu</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Komunikacja między agentami</b>	<b>3</b>
4.1	Etapy komunikacji . . . . .	3
4.2	Format oferty . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Strategie</b>	<b>6</b>
5.1	Zaimplementowane strategie kupujące agentów . . . . .	6
5.2	Zaimplementowane strategie sprzedające agentów . . . . .	7
<b>6</b>	<b>Otrzymane rezultaty</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Wnioski i podsumowanie</b>	<b>7</b>

# 1 Wprowadzenie

Celem naszego projektu było stworzenie systemu inteligentnych agentów, które — dzięki wzajemnej komunikacji — miały symulować działanie rynku spożywczego.

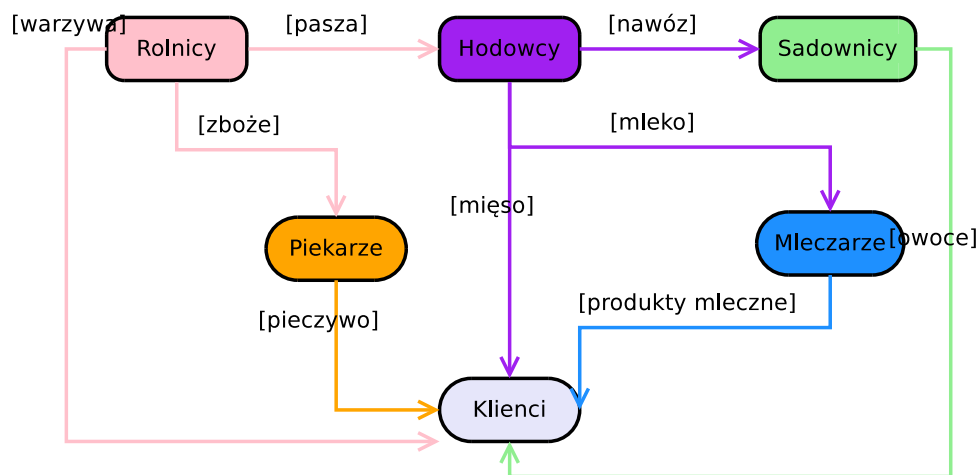
W projekcie uwzględniliśmy kilka różnych typów agentów różniących się zarówno rolami jak i strategiami.

## 2 Opis projektu

Na naszym rynku działało 6 różnych typów agentów na 3 różnych poziomach:

- Poziom 1: agenci, którzy produkują najbardziej podstawowe towary, należą tu:
  - Rolnik (produkuje zboże, GRAIN) — FARMER.
  - Hodowca (produkuje mięso — MEAT, mleko — MILK i nawóz — MANURE) — KEEPER.
  - Sadownik (produkuje owoce, FRUIT) — GROWER.
- Poziom 2: agenci, którzy kupują towary od agentów 1 poziomu, przetwarzają je, a następnie sprzedają dalej. Należą tu:
  - Piekarz (kupuje zboże, a sprzedaje pieczywo — BREAD) — BAKER.
  - Mleczarz (kupuje mleko, a sprzedaje produkty mleczne — MILK\_PRODUCT) — MILKMAN.
- Poziom 3: należą tu tylko agenci pełniący rolę klientów, którzy nie produkują żadnych dóbr, a jedynie kupują je od innych — CLIENT.

Zależności między agentami przedstawia Rysunek 1.



Rysunek 1: Schemat zależności między agentami

Na początku każdy agent dostaje pewną ilość dóbr, które może zużyć na handel lub wytworzenie większej ilości produktów (np. obsiać pole). Wielkość początkowych zasobów agenta ma wpływ na to, jak radzi on sobie na rynku — szczegółowe wyniki z tym związane przedstawione zostały w Rozdziale 6.

## 3 Architektura systemu

Program został napisany w Javie z wykorzystaniem platformy JADE. Ułatwiło to znacznie implementację komunikacji między agentami zgodnie ze standardami FIPA.

W celu utworzenia statystyk działania agentów wszelkie informacje zapisywane są do plików przy pomocy Apache POI, na podstawie których tworzone są następnie wykresy obrazujące zasoby poszczególnych agentów w zależności od czasu.

## 4 Komunikacja między agentami

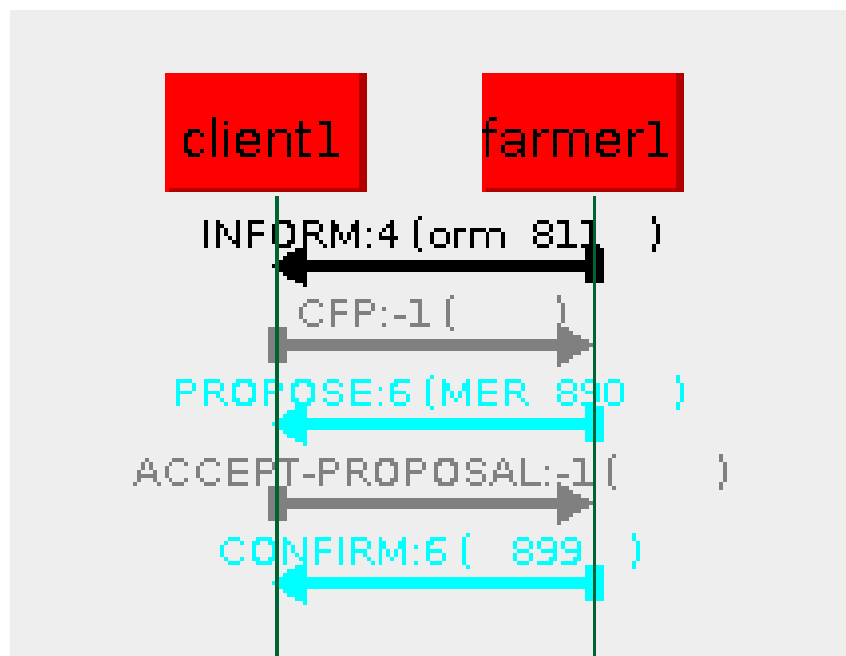
### 4.1 Etapy komunikacji

Komunikacja między agentami odbywa się w kilku etapach. W każdym etapie muszą być przeprowadzone pewne akcje, które następnie są komunikowane drugiej stronie.

Podczas dokonywania transakcji można wyróżnić następujące etapy (schemat komunikacji przedstawia Rysunek 2, stworzony przy pomocy narzędzia *Sniffer* będącego częścią platformy JADE):

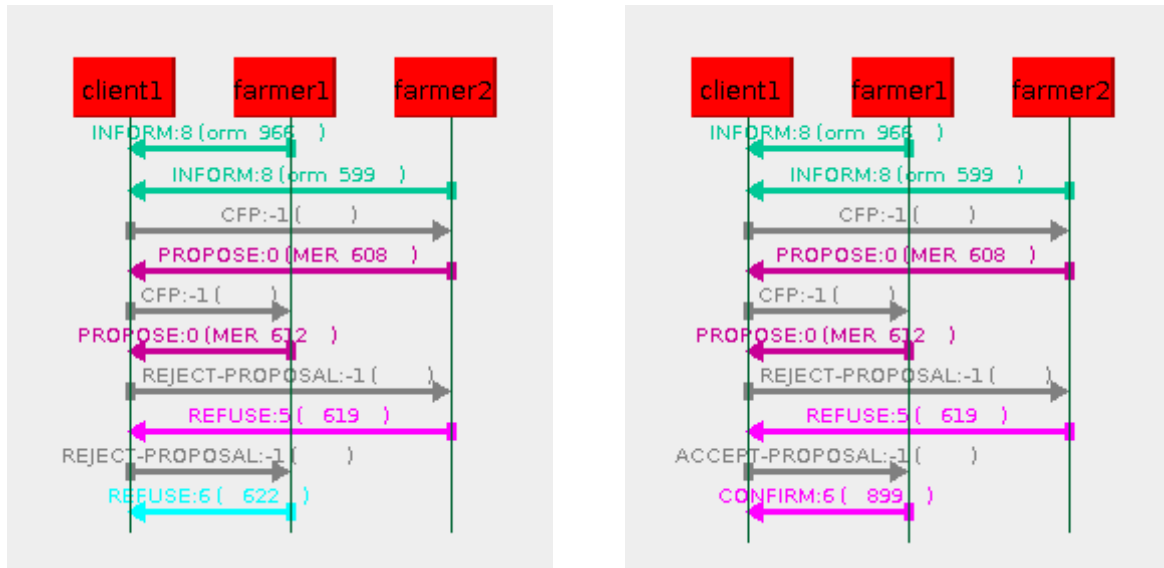
1. Na początku każdego tygodnia każdy agent, który sprzedaje jakiś produkt informuje potencjalnych kupców co sprzedaje, w jakiej cenie i w jakiej ilości. Wysyła to za pomocą komunikatu typu **INFORM** (czarna strzałka na Rysunku 2).
2. Po otrzymaniu ofert od wszystkich sprzedających oferujących dobro poszukiwane przez kupca, podejmuje on decyzję, na które oferty się może przystać i na jakich warunkach (może zaoferować inną cenę i ilość niż sprzedający).
3. Kupujący odsyła sprzedającemu swoje propozycje (lub pustą wiadomość, by dać znać, że nie jest zainteresowany daną ofertą) używając komunikatu typu **CFP** (górna szara strzałka na Rysunku 2).
4. Po otrzymaniu propozycji od wszystkich kupujących, do których sprzedający wysłał wiadomość sprzedający analizuje oferty i podejmuje ostateczną decyzję co do tego, na jakie transakcje przystaje. Wysyła klientom swoje decyzje korzystając z komunikatu typu **PROPOSE** (górna błękitna strzałka na Rysunku 2).

5. Klient po otrzymaniu i analizie decyzji od sprzedającego akceptuje ją lub odrzuca, o czym informuje sprzedającego komunikatem typu `ACCEPT_PROPOSAL` albo `REJECT_PROPOSAL` (dolna szara strzałka na Rysunku 2).
6. Jeśli sprzedawca otrzymał zgodę kupującego na transakcję, to sprawdza, czy może ona wciąż być zrealizowana (czy w międzyczasie towary nie zostały sprzedane komuś innemu). Jeśli wszystko jest w porządku potwierdza klientowi wykonanie transakcji komunikatem typu `CONFIRM` i aktualizuje stan posiadanych produktów. W przeciwnym razie wysyła komunikat typu `REFUSE` (dolna błękitna strzałka na Rysunku 2).
7. Po otrzymaniu potwierdzenia wykonania transakcji kupujący również uaktualnia zawartość swoich magazynów.



Rysunek 2: Schemat komunikacji między przykładowymi agentami

Przykładowa transakcja z wykorzystaniem większej liczby agentów przedstawiona jest na Rysunku 3.



Rysunek 3: Różne możliwe sytuacje podczas transakcji

Rysunek 3a obrazuje sytuację, w której agent *client1* nie jest zainteresowany ofertą żadnego z agentów.

W tym wypadku po otrzymaniu ofert od sprzedających i analizie sytuacji odrzuca obie propozycje sprzedaży, co oświadcza komunikatem `REJECT_PROPOSAL`. Otrzymanie informacji potwierdza zarówno *farmer1* jak i *farmer2* wysyłając wiadomość `REFUSE`.

Rysunek 3b przedstawia podobną sytuację, jednak w tym wypadku *client1* zgadza się na ofertę agenta *farmer1*.

Wysyła mu zatem komunikat `ACCEPT_PROPOSAL`, na co *farmer1* odpowiada wiadomością `CONFIRM`. Gdyby *farmer1* nie był w stanie dokonać tej transakcji wysłałby komunikat `REFUSE`.

## 4.2 Format oferty

Komunikaty zawierające ofertę wysyłane przez agentów mają poniższy format:

- `FARMER;sell;VEGETABLE 2014.9341514088535 2.0:GRAIN 5171.979684030067 2.0:`
- `BAKER;buy;GRAIN 140.30443250879 2.0:`

Komunikat podzielony jest na 3 główne części oddzielone znakiem “;”:

- Typ agenta składającego ofertę (jeden z typów wyjaśnionych w 2)
- Typ oferty (`buy` lub `sell` — odpowiednio dla ofert kupna i sprzedaży)
- Lista oferowanych produktów

Informacje o poszczególnych oferowanych produktach oddzielone są przy pomocy “:”. Wewnątrz każdej pozycji znajdują się kolejno:

- Nazwa produktu (zgodnie z opisem w 2)
- Liczba oferowanych lub poszukiwanych (w zależności od typu oferty) jednostek
- Cena jednostkowa produktu

## 5 Strategie

Sposób, w jaki zaimplementowana jest komunikacja między agentami pozwala na prostą implementację strategii: w strategiach kupujących konieczne jest napisanie trzech, a w sprzedających — dwóch metod.

W obu typach strategii pierwsza metoda służy do analizy rynku i stworzenia odpowiednich odpowiedzi dla otrzymanych ofert. Druga metoda jest ostatecznym potwierdzeniem tego, czy agent używający danej strategii chce i może dokonać transakcji.

Trzecią metodą w strategii kupującej jest aktualizacja posiadanych zasobów, w przypadku, gdy transakcja doszła do skutku.

Strategie są przypisywane agentom podczas startu i nie ulegają późniejszym zmianom.

### 5.1 Zaimplementowane strategie kupujące agentów

W projekcie zaimplementowane zostały 3 strategie kupujące implementujące pierwszą z koniecznych do implementacji metod dla tego typu strategii:

1. **Wybór prosty:** Agent wybiera zawsze najtańszą ofertę dla danego produktu i stara się kupić od oferenta tyle produktu, ile tylko może i potrzebuje. Musi przy tym wziąć pod uwagę, że ma ograniczone zasoby finansowe i musi je podzielić pomiędzy możliwie wiele typów produktów tak, by zaspokoić swoje potrzeby w zakresie każdego z nich.

Kwestia ta została rozwiązana w ten sposób, że agent zmniejsza ilość kupowanego produktu proporcjonalnie do początkowej ilości jaką zamierzał kupić. Powtarza się to dla wszystkich towarów, które muszą zostać kupione, tak, by sumaryczny koszt wszystkich zakupów nie przekroczył budżetu agenta.

2. **Wybór zachłanny:** W tej strategii agent dla każdego produktu stara się zachłannie wybierać oferty począwszy od najtańszych. Jeśli agent oferujący najtańszą ofertę nie ma wystarczająco dużo towaru, to pozostały potrzebny towar bierze od agenta z drugą w kolejności ceną itd.

By nie przekroczyć dostępnego budżetu, a jednocześnie kupić każdy rodzaj potrzebnego produktu agent rozważa oferty w kolejności od najtańszej kolejno dla każdego produktu. Gdy kwota potrzebna na zakupy przekroczy budżet agenta dalsze oferty nie są rozpatrywane, zaś w ofertach już wybranych ilość kupowanego towaru jest zmniejszana tak, by zmieścić się w budżecie.

3. **Wybór ryzykowny:** W tej strategii agent stara się zaoferować sprzedającym niższą cenę niż w ofercie. Dokładniej, zgadza się na najtańszą ofertę, zaś pozostałym agentom oferuje zakup towaru po cenie najtańszej oferty. Jego nowa cena jest dodatkowo zmieniana o losową wartość z przedziału  $[-10, 10]$  procent ceny najniższej oferty.

Kwestię zmieszczenia zakupów w budżecie rozwiązuje w podobny sposób jak w strategii 2.

W drugiej metodzie dla strategii kupujących agenci akceptują (bądź nie) otrzymane od kupców nowe oferty. W tym celu porównują je z ofertami, które przesłali do oferentów. Jeśli sprzedający oferuje tyle samo lub więcej produktu po nie wyższej cenie lub gdy cena nie jest wyższa o więcej niż 10% — oferta jest akceptowana. W przeciwnym razie agent nie zgadza się na ofertę.

## 5.2 Zaimplementowane strategie sprzedające agentów

W projekcie zaimplementowane zostały 3 strategie kupujące implementujące pierwszą z koniecznych do implementacji metod dla tego typu strategii:

1. Akceptuje tylko oferty nie wyższe niż jego własne.
2. Akceptuje oferty niższe o nie więcej niż 10% jego.
3. Akceptuje losowo (np. z prawdopodobieństwem 40%).
4. Jeśli ceny są wyższe niż w poprzednich tygodniach to sprzedaje więcej.

## 6 Otrzymane rezultaty

tu będą wykresy

## 7 Wnioski i podsumowanie