

Systemy agentowe: Symulator rynku

Dokumentacja wstępna – wersja kompletna

Aleksandra Dzieniszewska
Jakub Łyskawa
Eryk Warchulski
Prowadzący: dr inż. Dominik Ryżko

4 grudnia 2019

Opis Projektu

Projekt polega na utworzeniu symulatora rynku dóbr. Ma on na celu zbadanie różnych mechanizmów występujących na rynku. Agenci mają możliwość przeprowadzania transakcji kupna i sprzedaży oraz magazynowania dóbr. Każdy z agentów musi zaspokajać swoje potrzeby konsumpcyjne, niektórzy agenci mogą także produkować dobra. Agenci dysponują środkiem wymiany, za którą mogą nabywać dobra. Cele agenta są różne i zależne od jego polityki decyzyjnej, która z kolei zależy od konfiguracji.

Model rynku

Sesja

- rynek działa ciągle i po czasie t jego stan jest archiwizowany
- agenci ciągle mogą ze sobą wchodzić w interakcje i nie są poinformowani o czasie t

Struktura połączeń

- struktura połączeń jest generowana przez wybrany graf losowy (Barabasi-Albert, dowolony inny lub zadany przez użytkownika) i determinuje ona strukturę rynku, na którym operują agenci

Model Agenta

Zasoby

- agent A_i w chwili t posiada $Z^{A_i}(t)$ zasobu i ma możliwość wygenerować większą jego ilość, która będzie go kosztowała $g(z)$, gdzie z jest przyrostem zasobu
- agent może przechowywać zasób lub go sprzedać, wchodząc w negocjacje handlowe z pozostałymi agentami na rynku, z którymi agent jest połączony (patrz struktura połączeń)
- produkcja agenta jest ograniczona przez $P_{max}^{A_i}(t, \delta t)$
- każdy agent posiada maksymalny stan magazynowy zasobu Z , którego nie może przekroczyć, i wynosi on M^{A_i}
- jeśli agent przekroczy maksymalny stan posiadania M^{A_i} , to zobligowany jest do zapłacenia kosztu utylizacji nadmiarowej ilości zasobu Z
- agenci mają potrzeby konsumpcyjne $C^{A_i}(t, \delta t)$, które chcą zaspokoić
- jeśli agent nie zaspokoi swoich potrzeb konsumpcyjnych po czasie T od ich wygenerowania, to zobligowany jest do zapłacenia kosztu
- agenci posiadają na starcie określoną ilość środka wymiany K^{A_i} , który jest im przydzielany w sposób losowy lub zdeterminowany przy inicjalizacji systemu
- agent otrzymuje środek wymiany zgodnie z funkcją $f^{A_i}()$

Polityka decyzyjna

Polityka decyzyjna określa zachowanie agentów na rynku.

Przyjmuje się, że polityka decyzyjna agenta sparametryzowana jest następującymi wielkościami:

- obecne zapotrzebowanie agenta $R \geq 0$
- czas, w którym agent musi zaspokoić swoje zapotrzebowanie T_s liczony od czasu startu sesji
- obecny stan agenta S , który jest liczbą posiadanych jednostek zasobu Z przez agenta
- obecny budżet agenta B , który jest liczbą posiadanych jednostek wymiany K przez agenta
- funkcją kosztu produkcji $g(z)$
- funkcją limitu produkcji $P(t, \delta t)$
- kosztem utylizacji dóbr nadmiarowych M_c
- kosztem niezaspokojenia potrzeb konsumpcyjnych C
- limitem posiadanych jednostek zasobu M

Agent w oknie czasowym T_w , wyznaczającym czas trwania negocjacji, generuje oferty sprzedaży (obiekt `0s`) oraz kupna (obiekt `0b`), na które nałożone są limity:

- $0b.value \leq B \wedge 0b.n \leq M - S$, które kolejno oznaczają: cena zakupionej ilości towaru nie może przekraczać budżetu agenta oraz ilość zakupionego

towaru nie może być większa od dostępnej jeszcze liczby jednostek zasobu, które agent może przechowywać.

- $0s.n \leq S$, tj. ilość sprzedanego towaru nie może być większa od stanu posiadania agenta.

Na podstawie powyższych ustaleń proponowana polityka decyzyjna agenta może być wyglądać następująco:

- $0's, 0'b$ są aktualnymi ofertami kupna i sprzedaży
- Ns jest agentem inicjalizującym transakcję

buyer initializes

```
initial buy offer = (rand(R - S, M - S), 0 if 0b empty else
                    min(0b).value * rand(0, 1))
```

seller counter offer:

```
n = min{S, 0'b(Ns).number}
value = random with boundaries:
    value >= max(g(S), 0'b(Ns).value)
if 0's not empty:
    value < min{0's(n) where n is not self}
```

buyer counter offer:

```
n = keep previous w.r.t. limits
if n = 0 then withdraw
value = random with distribution depending on Ts and boundaries:
    value <= min{0's} & value >= previous
```

Pełna specyfikacja obiektów, które występują w powyższym pseudokodzie zostaną umieszczona w dokumentacji opisującej część implementacyjną.

Protokół komunikacyjny

Komunikacja bazuje na protokole konwersacji o akcji i może się odbywać w jednym z dwóch trybów:

- 1-1, tj. agent formułuje ofertę 0 kupna lub sprzedaży (patrz polityka decyzyjna) i przekazuje ją wyłącznie do jednego agenta
- 1-m, tj. komunikacja typu *broadcast*, w której agent formułuje ofertę 0 kupna lub sprzedaży i rozsyła ją do co najmniej dwóch różnych agentów.

Oferta jest trójką (i, p, t_{out}) , na którą składa się:

- i liczba jednostek zasobu Z , które agent chce sprzedać lub kupić w trakcie transakcji z kontrahentami, tj. agentami przyjmującymi ofertę sprzedaży lub kupna od agenta inicjalizującego komunikację
- p oferowana cena kupna lub sprzedaży
- t_{out} czas trwania oferty

Jeśli agent-kontrahent nie przystąpi do negocjacji z agentem oferującym po czasie t_{out} , to komunikacja między tymi agentami jest zerwana. Pozostałe warunki zerwania komunikacji między agentami wyznaczone są przez parametry polityki decyzyjnej agentów lub maksymalny czas oczekiwania na odpowiedź τ . Jeśli odpowiedź kontrahenta w trakcie negocjacji przyjdzie po czasie τ , to agent inicjujący negocjacje zrywa ją.

Technologia

- implementacja w języku **Python** z wykorzystaniem bibliotek: **networkx**, **spade**, **PyGraphViz**
- analizy danych wykonywane będą w języku **R** z wykorzystaniem ekosystemu **tidyverse**

Propozycje eksperymentów

- nadmiar podaży, a niedomiar popytu
- niedomiar podaży, nadmiar popytu
- generacja monopolu (sytuacja na rynku, w której niewielka liczba agentów – dwóch lub trzech – posiada większość dostępnych zasobów)
- symulacja zdrowego rynku (stan równowagi)
- określenie realnej wartości zasobu Z na podstawie cen proponowanych przez agenty w trakcie negocjacji handlowych
- co się dzieje na rynku, gdy pojawiają się podmioty wyłącznie magazynujące towar (chomiki lub logistyka)
- sezonowość produkcji lub konsumpcji
- trajektoria cen w funkcji polityki decyzyjnej agentów
- odporność na błędy polityki decyzyjnej lub parametrów początkowych