

Giełda Papierów Wartościowych

Wersja 1.0

Opis

Giełda Papierów Wartościowych obsługuje obroty *akcjami* spółek. System transakcyjny akcji pozwala inwestorom na składanie *zleceń* kupna bądź sprzedaży. Zlecenie jest deklaracją chęci zakupu bądź sprzedaży akcji wybranej spółki. Każde zlecenie musi zawierać:

- typ zlecenia: kupno / sprzedaż,
- identyfikator akcji (niepusty ciąg znaków ASCII A-Z nie dłuższy niż 5),
- liczbę sztuk akcji (liczba całkowita dodatnia),
- limit ceny (liczba całkowita dodatnia).

Zakładamy, że w jednym zleceniu można wyrazić chęć kupna / sprzedaży akcji jednej spółki z limitem ceny (górnym w przypadku zlecenia kupna, dolnym w przypadku zlecenia sprzedaży). Do transakcji dochodzi, gdy istnieje zgodność między zleceniami kupna i sprzedaży tej samej spółki, tj. gdy cena oferty kupna jest równa lub wyższa od ceny oferty sprzedaży.

Dla przykładu, wyobraźmy sobie na giełdzie sytuację, którą przedstawia poniższy *arkusz zleceń* akcji pewnej spółki:

Kupno				Sprzedaż		
Nr zlecenia	Liczba akcji	Cena		Nr zlecenia	Cena	Liczba akcji
4	100	125		1	123	10
	40	122		2	124	25
	10	121		3	125	30
	30	120			126	20
	10	119			127	60
	20	118				

Dla przedstawionego arkusza zleceń, jedynym zleceniem kupna, które może zostać zrealizowane, jest zlecenie kupna (nr 4) 100 akcji z limitem kursu 125. To zlecenie zostanie zrealizowane częściowo w trzech *transakcjach* (w tej kolejności): inwestor nabędzie 10 akcji ze zlecenia nr 1, 25 ze zlecenia nr 2 i 30 ze zlecenia nr 3. W sumie inwestor nabędzie 65 akcji. Pozostałe 35 akcji z limitem 125, będzie oczekiwać na realizację i takie zlecenie pozostanie w arkuszu zleceń.

W naszym systemie transakcyjnym czas jest mierzony turami¹. O kolejności realizacji zlecenia decyduje przede wszystkim cena zgłoszona przez inwestora (zlecenie kupna z największym limitem jest dopasowywane do zlecenia sprzedaży z najmniejszym limitem), a

¹ Jest to uproszczenie na potrzeby naszego zadania.

następnie tura złożenia zlecenia. W przypadku wielu zleceń złożonych w tej samej turze, decyduje kolejność ich zgłoszeń. Zatem w naszym omawianym przykładzie, zlecenie kupna po co najwyżej 125 (zlecenie nr 4) będzie w pierwszej kolejności dopasowywane do zlecenia sprzedaży po co najmniej 123 (zlecenie nr 1).

Przy realizacji zleceń, transakcje są zawierane po cenie równej limitowi ceny zlecenia, które było złożone wcześniej, a w przypadku zleceń złożonych w tej samej turze, decyduje kolejność ich zgłoszenia. Przykładowo, jeżeli w arkuszu jest wcześniejsze zlecenie sprzedaży z limitem realizacji 100 oraz późniejsze zlecenie kupna z limitem 102, to na koniec tury zostanie zawarta transakcja i inwestor nabędzie akcje po cenie 100, czyli po cenie realizacji zlecenia sprzedaży, które było starsze. Wobec czego, w naszym omawianym wcześniej przykładzie zlecenia kupna nr 4, inwestor nabędzie 10 akcji ze zlecenia nr 1 po cenie 123, 25 akcji ze zlecenia nr 2 po cenie 124 oraz 30 akcji ze zlecenia nr 3 po cenie 125.

Do dyspozycji inwestorów jest kilka możliwości określenia terminu ważności zlecenia:

- **zlecenie natychmiastowe** - zlecenie musi zostać zrealizowane, przynajmniej częściowo, w tej samej turze, w której trafiło do arkusza zleceń. Niezrealizowana część zlecenia jest eliminowana przez system. Dopuszczamy tutaj kilka możliwości - zlecenie nie może zostać zrealizowane nawet częściowo w bieżącej turze i jest eliminowane, zlecenie jest zrealizowane częściowo w bieżącej turze, a pozostała część jest eliminowana oraz zlecenie jest w całości zrealizowane w obecnej turze i jest eliminowane z systemu jako zrealizowane.
- **zlecenie bez określonego terminu ważności** - pozostaje w systemie tak długo aż zostanie zrealizowane w całości (w wyniku jednej bądź większej liczby transakcji).
- **zlecenie wykonaj lub anuluj** - zlecenie musi zostać zrealizowane w całości (być może w wielu transakcjach) w tej samej turze, w której trafiło do arkusza zleceń (jeżeli jest to niemożliwe, jest eliminowane z systemu).
- **zlecenie ważne do końca określonej tury** - zlecenie pozostaje w systemie do końca n-tej tury, chyba że wcześniej zostanie zrealizowane w całości.

Zaimplementuj system transakcyjny, który w ramach każdej tury odpytuje wszystkich inwestorów (w losowym dla każdej tury porządku) o ich własne decyzje inwestycyjne. Uściślając, w ramach jednej tury inwestorzy mogą:

- odpytać system o numer aktualnej tury,
- odpytać system transakcyjny o numer tury i cenę ostatniej transakcji dla akcji wskazanej spółki (dowolną liczbę razy),
- dla wybranej jednej z notowanych spółek podjąć decyzję o złożeniu co najwyżej jednego zlecenia kupna lub sprzedaży jej akcji (jeżeli chciałby złożyć więcej zleceń, np. na akcje innych spółek, to musi to zrobić w kolejnych turach).

Po przyjęciu w ramach jednej tury decyzji inwestycyjnych od wszystkich inwestorów, system transakcyjny realizuje zlecenia wg swoich reguł opisanych wcześniej.

Należy zaimplementować dwa rodzaje inwestorów, kierujących się różnymi strategiami inwestycyjnymi:

- **RANDOM** - inwestor podejmujący losowe decyzje inwestycyjne (zaimplementuj dowolną strategię - np. losowy typ zlecenia kupno/sprzedaż, losowa spółka, losowa liczba akcji, losowy limit ceny). Losowanie odbywa się zgodnie z podanymi w treści warunkami.

- **SMA** - inwestor podejmujący decyzje oparte na analizie technicznej poszczególnych akcji w oparciu o wskaźnik Simple Moving Average (SMA n) - średnią arytmetyczną kroczącą ceny z ostatnich n tur (w naszym zadaniu używamy $n=5$ i $n=10$). Za cenę w danej turze przyjmujemy cenę ostatniej transakcji akcji danej spółki, ta transakcja odbyła się w jednej z poprzednich tur (jeśli przez kilka tur nie było transakcji, cena akcji danej spółki pozostaje niezmienną). Sygnał kupna następuje w chwili przecięcia od dołu dłuższej średniej - SMA 10 przez krótszą - SMA 5, natomiast sygnał sprzedaży, gdy SMA 5 przebija od góry SMA 10². Inwestor zaczyna podejmować decyzje w oparciu o sygnał od momentu, w którym może wyliczyć SMA 10 (co najmniej od 10 tury).

Oczywiście może być więcej rodzajów inwestorów, rozwiązanie powinno pozwalać na ich łatwe dodawanie, można też dołączyć (oprócz, nie zamiast, dwu wymienionych) innych inwestorów do swojego rozwiązania.

W celu zapewnienia efektywnych warunków handlu na giełdzie, zakładamy, że kursy akcji są dodatnimi liczbami naturalnymi, a limity cen akcji w składanych zleceniach są dodatnie i nie mogą odbiegać od ceny ostatniej transakcji o więcej niż 10 jednostek.

System transakcyjny dba, aby przy składaniu zlecenia inwestor posiadał odpowiednie aktywa w portfelu (akcje w przypadku zlecenia sprzedaży bądź gotówkę w przypadku zlecenia zakupu). Nie dopuszczamy tzw. krótkiej sprzedaży, czyli sprzedaży akcji, których fizycznie nie posiadamy.

Jeśli w przypadku próby realizacji zlecenia, inwestor nie posiada w portfelu niezbędnych aktywów, to zlecenie jest anulowane.

Twój program powinien przyjmować argumenty wiersza poleceń określające plik wejściowy oraz liczbę tur symulacji (zaczynamy symulację od tury 0).

Przykład wywołania programu:

```
java GPWSimulation input.txt 100000
```

gdzie *input.txt* to plik wejściowy określający stan początkowy, a *100000* to liczba tur symulacji.

Przykład pliku wejściowego (wiersze rozpoczynające się od znaku # powinny zostać zignorowane przez parser):

```
# mamy 6 inwestorów: 4x RANDOM, 2x SMA
R R R R S S
# 3 rodzaje akcji w obrocie wraz z cenami ostatnich transakcji
APL:145 MSFT:300 GOOGL:2700
# początkowy stan portfeli (identyczny dla wszystkich inwestorów)
100000 APL:5 MSFT:15 GOOGL:3
```

Twój program powinien zweryfikować poprawność danych wejściowych, w szczególności sprawdzić, czy portfel zawiera akcje, które są w obrocie oraz wypisywać na standardowe

² Szczegółowy opis metody SMA generowania sygnałów:
<https://www.bdm.com.pl/ispag/encat/sma.html>

wyjście końcowy stan portfela dla każdego inwestora po przeprowadzeniu wszystkich tur symulacji, np.:

```
100000 APL:5 MSFT:15 GOOGL:3
100000 APL:5 MSFT:15 GOOGL:3
100000 APL:5 MSFT:15 GOOGL:3
100000 APL:5 MSFT:15 GOOGL:3
100000 APL:5 MSFT:15 GOOGL:3
100000 APL:5 MSFT:15 GOOGL:3
```

Na potrzeby pisania i rozwiązywania zalecamy dodanie możliwości wypisywania wszystkich operacji na giełdzie. Można założyć, że liczba tur symulacji, liczba inwestorów, cena akcji i zawartości portfeli inwestorów w ciągu symulacji mieszczą się w zakresie typu int.

Niezmiennikiem symulacji jest łączna suma liczby wszystkich akcji i gotówki w portfelach.

W swoim rozwiązaniu należy uwzględnić implementację testów JUnit i przetestowanie poprawności działania systemu transakcyjnego poprzez porównanie wyników uzyskanych w symulacji z oczekiwanymi wynikami. Testy JUnit powinny obejmować różne przypadki, w tym scenariusze z różnymi liczbami inwestorów, różnymi typami inwestorów oraz różnymi warunkami początkowymi.

Zadbaj o obiektowość swojego rozwiązania, w szczególności o to, by można było łatwo dodać inne rodzaje zleceń i typy inwestorów.

Źródło:

https://www.gpw.pl/pub/images/prezentacje/system_obrotu.pdf