

Atak z trzeciego wymiaru

Projekt - AiSD II - 2024

Pracując nad poniższym projektem, należy: odfiltrować informacje istotne od nieistotnych; sformalizować problem i podać jego specyfikację; do rozwiązania wykorzystać odpowiednie struktury danych oraz algorytmy; opisać teoretyczne rozwiązanie; przeanalizować jego optymalność oraz złożoność czasową/pamięciową; zaimplementować rozwiązanie w dowolnym języku programowania; przeprowadzić testy na różnych przykładach.

Rzecz się dzieje w świecie dwuwymiarowym. Żyją tam istoty zwane płaszczakami. W świecie tym chaotycznie rozmieszczone są punkty orientacyjne. Legenda głosi, że świat jest nieskończony. Jednak płaszczaki żyją tylko w obszarze, w którym są punkty orientacyjne. Obszar ten nazywają Krainą. Płaszczaki policzyły te punkty. Jest ich skończenie wiele. W naszym świecie jest wielki prostokąt, zwany Stroną. Na Stronie jest mnóstwo liter. Litery są zawsze ustawione w tej samej kolejności. Nikt nie śmie przesuwać liter. Płaszczaki mają wielkie trudności z rozpoznawaniem kształtów liter, gdyż do dyspozycji mają tylko dwa wymiary. Każda z liter wydaje swój oryginalny dźwięk i po tych dźwiękach płaszczaki rozpoznają litery. Ze Strony płynie piękna opowieść-melodia, która wprowadza płaszczaki w dobry nastrój. Pewnego razu ze strony zamiast „boli” popłynęło „poli”. Jest to fragment melodii, który wywołuje strach. Nikt nie chce tego słuchać. Nie było tego wcześniej na Stronie.



Rysunek 1: U góry piękna, na dole straszna opowieść-melodia

Zapanował popłoch. Uznano, że jacyś intruzi spoza Krainy musieli zamienić w słowie „boli” literę b na p. Aby chronić piękną opowieść-melodię zapisaną na Stronie, postanowiono zbudować płytę naokoło Krainy, wykorzystując punkty orientacyjne. Płyta zbuduje się z odcinków długości 1 (można je ciąć). Odcinki będą nosić tragarze. Wśród płaszczaków żyją dwa rodzaje tragarzy: ci z rękoma z tyłu i ci z rękoma z przodu. W świecie dwuwymiarowym niemożliwe jest przełożenie rąk (z przodu do tyłu oraz

odwrotnie). Do przeniesienia odcinka potrzebny jest tragarz z rękoma z tyłu oraz drugi z rękoma z przodu.

Nie wszyscy tragarze się lubią i nie zawsze chcą ze sobą współpracować. Trzeba delikatnie dobierać tragarzy w pary.



Rysunek 2: Po lewej zaprzyjaźnieni tragarze poprawnie niosący odcinek, po prawej zwaśnieni tragarze, którzy nie chcą współpracować



Rysunek 3: Zaprzyjaźnieni tragarze, którzy nie mogą nieść odcinka, gdyż mają ręce z tej samej strony

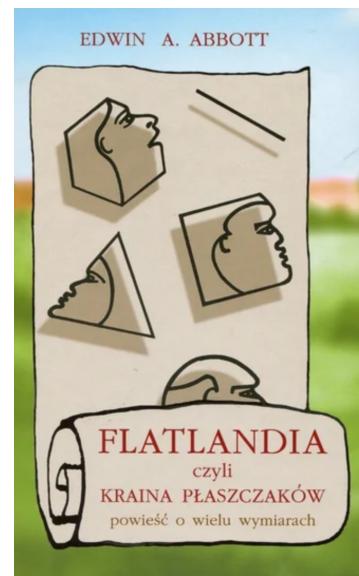
Odcinki są produkowane w fabryce i następnie siecią wąskich dróg przenoszone do punktów odbioru.

Problem. Ustalić, w jaki sposób są transportowane odcinki z fabryki do miejsca budowy płotu. Możliwie szybko i możliwie małym kosztem zbudować płot.

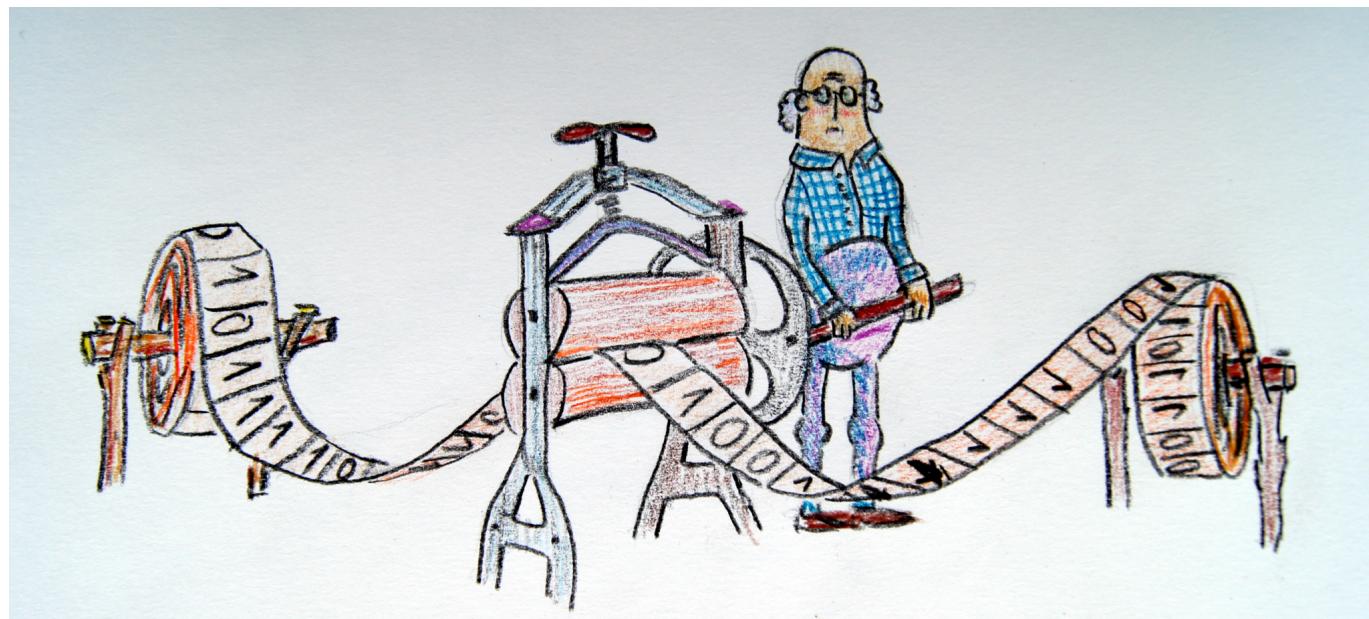
W świecie płaszczaków żyje Heretyk, który twierdzi, że budowany płot liter nie obroni. Heretyk traci czas na badanie kształtu liter. Głosi on teorię, że zamiana „boli” na „poli” nie mogła odbyć

się w świecie dwuwymiarowym, gdyż do zamiany litery b na p potrzebujemy trzeciego wymiaru. Płaszczaki pukają się w głowę, gdyż powszechnie wiadome jest, że na świecie są tylko dwa wymiary.

Heretyk słyszał opowieść (wymyślona przez Edwina A. Abbotta), że pewien dwuwymiarowy świat zamieszkały przez wielokąty odwiedziła kula zamieszkująca trzy wymiary. Heretyk twierdzi, że dla liter nie ma ratunku. Mamy inwazję istot z trzeciego wymiaru, które złośliwie przedstawiają litery na Stronie. Jedyne co można zrobić, według Heretyka, to zachować piękną opowieść-melodię dla potomności. Heretyk poszedł więc do Informatyka, który dysponuje prymitywną maszyną, na której można zapisać tylko 0 oraz 1. Informatyk próbował już wcześniej do tej maszyny wpisać piękną opowieść-melodię zapisaną na Stronie. Zastosował on kodowanie, w którym każdej literze odpowiada unikalny ciąg 0-1 długości 5, np. a - 00000, b - 00001 itd. W maszynie nie ma jednak wystarczająco dużo miejsca, żeby zapisać całą opowieść-melodię. Informatyk twierdzi, że tego miejsca brakuje niewiele, ale nie ma pomysłu, co zrobić. Poza tym, przed zapisem, trzeba byłoby zamienić ten koszmarny dźwięk „poli” na „boli”. Tego Informatyka też nie potrafi zrobić. Heretyk oraz Informatyk zaniepokoili się również tym, że być może jeszcze jakieś inne fragmenty melodii zostaną (lub już są) zmienione.



Rysunek 4: Opowieść Edwina A. Abbotta



Rysunek 5: Informatyk i jego prymitywna maszyna

Problem. Zapisać opowieść-melodię w maszynie Informatyka, zamieniając wcześniej „poli” na „boli” oraz próbując oszczędzić wykorzystane miejsce. Znaleźć rozwiązanie problemu ewentualnej zamiany innych fragmentów opowieści-melodii, który niepokoi Heretyka oraz Informatyka.

Płaszczaki uznały, że dla zwiększenia bezpieczeństwa raz dziennie dookoła płotu powinien przejść strażnik. Punkty orientacyjne, przez które przebiega płot, są różnej jasności i zgodnie z ruchem wskazó-

wek zegara wyznaczają trasę strażnika. Punkt pierwszy trasy (po jednym okrążeniu) jest jednocześnie punktem końcowym dla strażnika. Strażnikiem może zostać każdy płaszczak, który ma odpowiednią ilość energii. Niestety ilość energii każdego płaszczaka jest losowej wielkości. Płaszczak po wykonaniu pracy strażnika musi przez tydzień odpoczywać. Heretyk, który zazwyczaj mąci, ponumerował płaszczaki. W ramach oszczędności zaproponował, by każdego dnia strzegł Krainy jeden strażnik wybrany z kilku płaszczaków o kolejnych numerach, i wystarczy, by to był ten, który z nich ma najwięcej energii. Problem jednak polega na tym, że strażnik po minięciu co najwyżej pewnej liczby punktów orientacyjnych musi zatrzymać się, by dokładniej rozejrzeć się dookoła. Jednak zachowuje całą energię do pracy tylko wtedy, gdy poprzednim punktem zatrzymania był punkt jaśniejszy od tego, w którym się aktualnie zatrzymuje (nie mączę mu się oczy). W przeciwnym razie całą energię traci i wtedy musi w tym punkcie odpocząć i posłuchać melodii, by energię odzyskać. Ponieważ niektóre płaszczaki planują urlopy, trzeba szybko ustalić kolejnych strażników na cały krajobrazowy tydzień. Dla każdego z nich trzeba też wybrać takie punkty zatrzymania się, by liczba odsłuchań melodii przez strażnika była jak najmniejsza, bo słuchając jej strasznie się nudzą. Heretyk, któremu zlecono rolę ustalenia kolejnych strażników, ma mało czasu i potrzebuje Twojej pomocy.

Problem. Ustalić jak najszybciej grafik pracy strażników i jak najmniejszą liczbę odsłuchań melodii dla każdego strażnika.

Co powinny przygotować zespoły studenckie

W ramach projektu należy przygotować rozwiązanie problemów przedstawionych powyżej. Rozwiązanie powinno składać się z:

- dokumentacji,
- plików programów,
- opisu poprawności rozwiązania,
- raportów przeprowadzonych testów.

Wyniki pracy powinny być zapisywane z wykorzystaniem systemu Git (prowadzący powinien mieć dostęp do repozytorium).

Projekt będzie oceniany zgodnie z informacjami przedstawionymi na usos.

Każda osoba będzie musiała wypełnić dwie ankiety: opisującą jej wkład w rozwiązanie problemu oraz oceniającą kompletność rozwiązania problemów przez zespół, do którego należy.

Rysunki przygotował dr Mariusz Kaniecki.