

Dokumentacja projektu nr 1 z Grafiki Komputerowej I „Edytor wielokątów”

Jadwiga Słowik gr. C1

23 października 2016

1 Instrukcja obsługi

Program zapewnia użytkownikowi cztery tryby pracy:

1. Dodawanie nowego wielokąta
2. Dodawanie nowego wierzchołka do wielokąta
3. Tryb zaznaczania (oraz przesuwanie i usuwanie)
4. Tryb ustawienia ograniczenia (tzw. „relacji”)

1.1 Dodawanie nowego wielokąta

Użytkownik dodaje nowy wielokąt wyznaczając położenie jego kolejnych wierzchołków. Każde pojedyncze kliknięcie lewym przyciskiem myszy wyznacza kolejny punkt. Aby dodawanie wielokąta zostało ukończone, pierwszy wierzchołek musi być taki sam jak ostatni.

Program uniemożliwia użytkownikowi stworzenie wielokąta, w którym wierzchołki powtarzają się (oprócz początkowego i końcowego wierzchołka).

Zakładamy, że wielokąt musi mieć co najmniej trzy wierzchołki. Nie można utworzyć „wielokąta” składającego się z jednego lub dwóch wierzchołków.

Użytkownik ma również możliwość cofania pojedynczych operacji dodawania wierzchołków poprzez pojedyncze kliknięcie prawym przyciskiem myszy (w dowolnym miejscu panelu do rysowania). Nie jest możliwe cofnięcie ostatniej operacji, jeśli tworzenie wielokąta zostało ukończone (użytkownik kliknął na węzeł początkowy).

Niemożliwe jest również wyjście z tego trybu w trakcie dodawania nowego wielokąta. Jeśli użytkownik chce anulować dodawanie (nieukończonego) nowego wielokąta, może to zrobić na dwa sposoby:

1. Pojedynczo cofać każdą operację poprzez klikanie prawym przyciskiem myszy
2. Ukończyć dodawanie wielokąta klikając na pierwszy wierzchołek, a następnie przejść do trybu Zaznaczania i usunąć cały wielokąt

1.2 Dodawanie nowego wierzchołka do wielokąta

Użytkownik może dodać nowy wierzchołek do istniejącego wielokąta klikając lewym przyciskiem myszy w dowolne miejsce wybranej krawędzi. Wówczas, wierzchołek pojawi się na środku wybranej krawędzi bez względu na rzeczywiste miejsce kliknięcia myszą.

Krawędź, na której nowy wierzchołek został dodany, traci ustanowione wcześniej ograniczenie („relację”).

1.3 Tryb zaznaczania

W tym trybie użytkownik może zaznaczyć wybrany wielokąt klikając na nim prawym przyciskiem myszy. Istnieją trzy różne sposoby zaznaczenia wielokąta:

1. Pojedyncze kliknięcie prawym przyciskiem myszy na wierzchołek zaznacza tylko wierzchołek
2. Pojedyncze kliknięcie prawym przyciskiem myszy na krawędź zaznacza tylko krawędź
3. Podwójne kliknięcie prawym przyciskiem myszy na wierzchołku lub krawędzi zaznacza całą figurę

Po zaznaczeniu figury (lub jej części) zmienia ona (lub jej część) kolor na zielony. Wówczas, możliwa jest modyfikacja zaznaczonego wielokąta:

1. Przesuwanie wybranego wierzchołka/figury
Przesuwanie obiektu jest możliwe jedynie wtedy, gdy jest zaznaczony. Klikamy lewym przyciskiem myszy na zaznaczoną część i trzymając cały czas wciśnięty przycisk myszy przesuwamy obiekt w wybrane miejsce. Wraz z przesuwaniem kursora myszy cały czas widoczna jest zmiana położenia figury (lub tylko części).
2. Usuwanie wybranego wierzchołka/krawędzi/figury
Usuwanie obiektu jest możliwe jedynie wtedy, gdy jest zaznaczony. Aby usunąć wybraną wcześniej figurę (lub jej część) należy dwukrotnie kliknąć lewym przyciskiem myszy w dowolne miejsce panelu do rysowania.
Jeśli usuwamy wierzchołek lub krawędź trójkąta, to, w rezultacie, zostanie usunięty cały wielokąt, gdyż na mocy postawionych wcześniej założeń, figura jedno- lub dwu- wierzchołkowa nie jest traktowana jako wielokąt.

Istnieje możliwość zaznaczenia wybranej figury (lub jej fragmentu) i przejście do innego trybu. Zaznaczenie wówczas nie zniknie.

Jeśli użytkownik będzie chciał odznaczyć zaznaczony wcześniej obiekt, może tego dokonać klikając prawym przyciskiem myszy w dowolne puste miejsce panelu do rysowania (ważne jest, aby był w trybie zaznaczania; w innym trybie owa operacja nie przyniesie pożądanego skutku).

1.4 Tryb ustawienia ograniczenia („relacji”)

W tym miejscu możemy ustawić ograniczenia dla wybranych krawędzi.

Aby ustawić ograniczenie dla wybranej krawędzi, należy kliknąć na nią lewym przyciskiem myszy. Wówczas, powinno pojawić się nowe okienko, gdzie użytkownik może wybrać ograniczenie, które go interesuje. Istnieją trzy rodzaje ograniczeń:

1. Stała zmiana krawędzi na pionową
2. Stała zmiana krawędzi na poziomą
3. Stała zmiana długości krawędzi na podaną przez użytkownika wartość

Po zatwierdzeniu operacji, na wybranej krawędzi powinna pojawić się odpowiednia ikonka symbolizująca ustawioną „relację”. Ustawienie ograniczenia może powodować nie tylko zmianę położenia wybranej krawędzi, ale również zmianę ustawienia pewnej grupy innych krawędzi, jeśli będzie to konieczne, aby wszystkie ustawione ograniczenia dla danego wielokąta pozostały spełnione.

Jeśli wybrana relacja nie jest możliwa do ustawienia, użytkownik zostanie o tym poinformowany poprzez odpowiedni komunikat programu i operacja zostanie anulowana. Każda krawędź

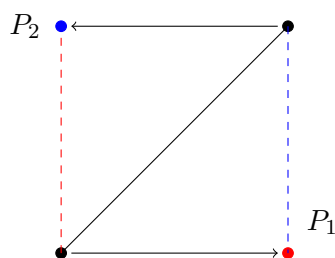
może mieć ustawione maksymalnie jedno ograniczenie oraz nie może być dwóch sąsiadujących ze sobą krawędzi poziomych lub pionowych.

Aby usunąć ustanowione wcześniej ograniczenie, należy kliknąć prawym przyciskiem myszy na wybraną krawędź.

2 Opis algorytmu „relacji”

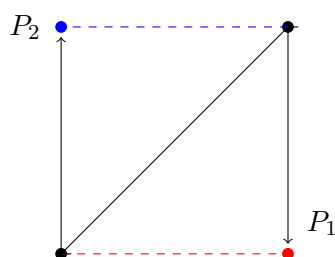
Po ustawieniu ograniczenia dla danej krawędzi może wystąpić konieczność zmiany jej położenia.

1. Jeśli ma być pionowa, to rozważamy następujące dwie opcje — zmianę położenia pierwszego lub drugiego końca krawędzi



Tym samym, przekształcamy początkową, czarną krawędź do niebieskiej lub czerwonej krawędzi.

2. Jeśli krawędź ma być pozioma, to postępujemy analogicznie do przypadku z krawędzią pionową

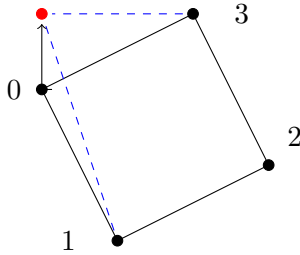


3. Jeśli ma mieć ustaloną długość, to najpierw rozszerzamy/skracamy ją w taki sposób, że kierunek prostej, na której leży dana krawędź, pozostaje taki sam. Gdyby okazało się, że przy zachowaniu kierunku krawędzi, ustawienie relacji jest niemożliwe, to sprawdzamy kolejno każdy z punktów leżących na okręgach o środkach w końcach krawędzi i promieniu równym podanej przez użytkownika długości krawędzi.

Zauważmy, że ustawienie ograniczenia dla krawędzi może spowodować konieczność zmiany położenia pewnej grupy innych punktów należących do wielokąta. „Naprawę” pozostałych ograniczeń będziemy wykonywać w następujący sposób:

W zależności od tego, który koniec krawędzi ulegnie zmianie, będziemy odwiedzać wierzchołki w kolejności zgodnej z ruchem wskazówek zegara lub przeciwnej do ruchu wskazówek zegara.

W celu ustalenia uwagi spójrzmy na poniższy przykład. Przypuśćmy, że zmieniamy położenie wierzchołka 0 w celu ustawienia „relacji” poziomej na krawędzi 0 – 3.



Poruszamy się w kierunku krawędzi, która ulega zmianie po przesunięciu wierzchołka i może już nie spełniać danego jej wcześniej ograniczenia. Zauważmy, że krawędź 0 – 3 jest poprawnie ustawiona. Natomiast druga krawędź – 0 – 1 – niekoniecznie. W ogólności, dążymy do tego, aby „naprawić” aktualnie rozważaną krawędź w taki sposób, aby owa zmiana nie zmieniła położenia kolejnej krawędzi. Jeśli osiągnięcie tego celu jest niemożliwe, przesuwamy aktualnie rozważany wierzchołek o taki sam wektor, o jaki został przesunięty poprzedni wierzchołek i przechodzimy do kolejnej krawędzi, próbując zmienić położenie kolejnego wierzchołka (o ile owe przesunięcie spowodowało, że „relacja” na kolejnej krawędzi nie jest już spełniona), itd.

Próbujemy zmieniać położenie kolejnych wierzchołków wielokąta dopóki, dopóty zmiana położenia danego wierzchołka zaburza ustawioną „relację” dla kolejnej krawędzi lub dojdziemy do wierzchołka, który jest końcem krawędzi, którą zmienialiśmy na samym początku (w celu ustanowienia nowego ograniczenia) – jeśli wystąpi konieczność zmiany położenia drugiego końca krawędzi, na której ustawiamy ograniczenie, to znaczy, że ta operacja jest niemożliwa do wykonania.

W zależności od ustawionej relacji na aktualnie „naprawianej” krawędzi, podejmujemy odpowiednie kroki. Przypuśćmy, że aktualnie naprawiana krawędź (o indeksie s) ma ustawione ograniczenie (v – indeks aktualnie rozważanego, w celu zmiany położenia, wierzchołka. Załóżmy, że poruszamy się przeciwnie do ruchu wskazówek zegara. Procedura, w której poruszamy się zgodnie z ruchem wskazówek zegara, jest analogiczna, zmieniają się jedynie numery indeksów):

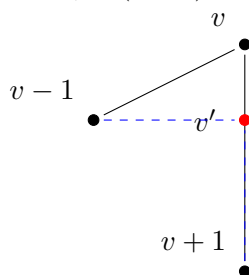
1. Krawędzi poziomej

Jeśli wektor przesunięcia dla poprzedniego wierzchołka jest wektorem poziomym, to możemy od razu zakończyć procedurę (przesunięcie jednego z końców krawędzi poziomej o wektor nie spowoduje w żadnym wypadku zmiany orientacji owej krawędzi). Jeśli nie jest poziomy, sprawdzamy, jakie ograniczenie jest ustawione na $(s + 1)$ -tej krawędzi. Mogą zajść następujące przypadki:

(a) Krawędź $(s + 1)$ -sza nie ma ustawionej „relacji”

Przesuwamy v -ty wierzchołek o ten sam wektor, o który został przesunięty poprzedni wierzchołek i kończymy całą procedurę.

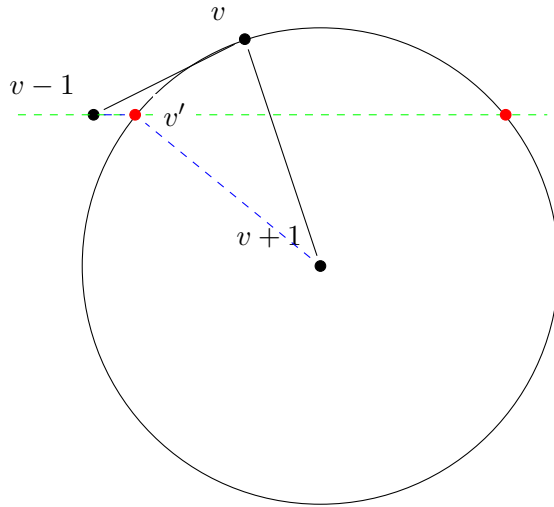
(b) Krawędź $(s + 1)$ -sza ma ustawioną „relację” pionową



Wówczas musimy przesunąć aktualnie rozważany wierzchołek o wektor pionowy w taki sposób, aby współrzędna y obecnie przetwarzanego wierzchołka była taka sama jak współrzędna y poprzedniego (przesuniętego) wierzchołka (aby naprawić „relację” po-

ziomą dla s -tej krawędzi i równocześnie nie zaburzyć relacji pionowej dla $(s+1)$ -szej krawędzi). Po wykonaniu tej operacji, możemy zakończyć całą procedurę.

- (c) Krawędź $(s+1)$ -sza ma ustawioną „relację” długości (L – ustalona długość)



Znajdujemy punkty przecięcia prostej $x = vertex[s-1].X$ z okręgiem ($vertex[s+1], L$). Wierzchołek v -ty możemy przesunąć do dowolnego z punktów przecięcia (o ile istnieje co najmniej jeden) i zakończyć procedurę. Jeśli nie ma ani jednego punktu przecięcia, to przesuwamy v -ty wierzchołek o ten sam wektor, o jaki został przesunięty poprzedni wierzchołek i przechodzimy do następnego wierzchołka.

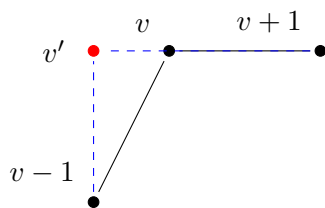
2. Krawędzi pionowej

Jeśli wektor przesunięcia poprzedniego wierzchołka jest wektorem pionowym, to możemy w tym momencie zakończyć procedurę. Jeśli nie jest pionowy, musimy rozważyć następujące przypadki odnośnie następujące przypadki zależne od postaci krawędzi $(s+1)$ -szej

- (a) Krawędź $(s+1)$ -sza nie ma ustawionej relacji

Wówczas przesuwamy wierzchołek v -ty o ten sam wektor, o jaki został przesunięty poprzedni wierzchołek i kończymy procedurę.

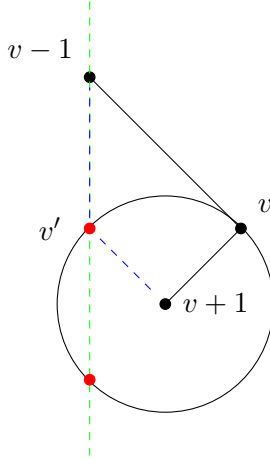
- (b) Krawędź $(s+1)$ -sza ma ustawioną relację poziomą



Wówczas, musimy przesunąć v -ty wierzchołek o wektor poziomy tak, aby s -ta krawędź stała się krawędzią poziomą. Następnie, możemy zakończyć całą procedurę.

- (c) $(s+1)$ – sza ma ustaloną relację długości (L)

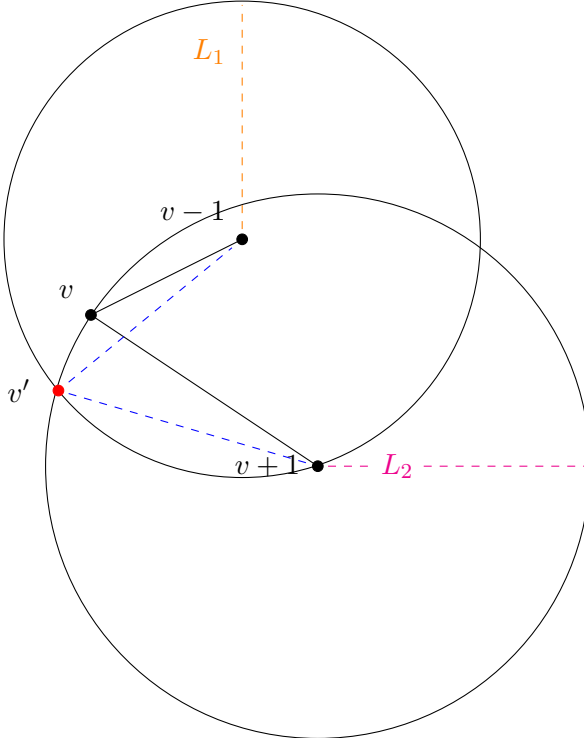
Wówczas, staramy się przesunąć v -ty wierzchołek w taki sposób, aby nie zmienić położenia punktu $(v+1)$ – szego oraz, aby s -ta krawędź stała się krawędzią pionową, a $(s+1)$ -sza nie zmieniła swojej długości. W tym celu wyznaczamy przecięcie prostej pionowej z okręgiem. Jeśli istnieje przynajmniej jeden punkt przecięcia – możemy wybrać dowolny (lub najbliższy do v) i zakończyć procedurę. W przeciwnym wypadku, przesuwamy v -ty wierzchołek o taki sam wektor, o jaki przesunęliśmy poprzedni wierzchołek i przechodzimy do rozważania następnej krawędzi i następnego wierzchołka.



3. Krawędź ma „relację” długości (L_1)

Jeśli przesunięcie poprzedniego wierzchołka nie spowodowało zmiany długości obecnie przetwarzanej krawędzi, to możemy zakończyć procedurę. W przeciwnym wypadku, musimy rozważyć następujące przypadki:

- (a) Krawędź $(s+1) - sza$ jest krawędzią bez relacji
Wówczas przesuwamy v -ty punkt o taki sam wektor, o jaki został przesunięty poprzedni wierzchołek i kończymy procedurę
- (b) Krawędź $(s+1) - sza$ ma relację poziomą
Postępujemy analogicznie do przypadku 1c z różnicą, że środek okręgu będzie w przesuniętym $(v-1) - szym$ wierzchołku.
- (c) Krawędź $(s+1) - sza$ ma relację pionową
Postępujemy analogicznie do przypadku 2c z różnicą, że środek okręgu będzie w przesuniętym $(v-1) - szym$ wierzchołku.
- (d) Krawędź $(s+1) - sza$ ma ustaloną długość (L_2)



W tym przypadku znajdujemy punkty przecięcia dwóch okręgów o środkach w $(v-1)$ -szym i $(v+1)$ -szym wierzchołku i promieniach równych odpowiednio L_1 i L_2 .

Jeśli istnieje przynajmniej jeden punkt przecięcia, to znaczy, że na to miejsce możemy przesunąć wierzchołek v -ty i relacje dla obydwu krawędzi będą spełnione. Wobec tego, możemy zakończyć procedurę. W przeciwnym wypadku, jesteśmy zmuszeni przesunąć wierzchołek o numerze v o ten sam wektor, o który został przesunięty $(v - 1)$ -szy wierzchołek i przejść do przetwarzania kolejnego wierzchołka i kolejnej krawędzi.

4. Puste (krawędź nie ma ustawionej relacji)

To znaczy, że nie musimy podejmować żadnych kroków i możemy zakończyć procedurę „naprawczą”.

2.1 Algorytm przesuwania wierzchołka

Algorytm przesuwania wierzchołka jest bardzo podobny do algorytmu ustawiania relacji. Różni się tym, że poprawiamy krawędzie rozpoczynając od krawędzi przyległych do przesuwanego wierzchołka idąc w obie strony (zgodnie z ruchem wskazówek zegara, a potem przeciwnie do ruchu wskazówek zegara). Możemy najpierw obliczyć wektory przesunięcia dla każdego wierzchołka idąc zgodnie z ruchem wskazówek zegara, a następnie – idąc przeciwnie. Jeśli istnieje taki wierzchołek (inny od wierzchołka przesuwanego), który ma niezerowy wektor przesunięcia na obu listach, to znaczy, że nie jest możliwe przesunięcie wierzchołka.