

Andrzej Fałkowski 119315  
Dawid Kwiatkowski 119374  
Paweł Pieniążek 119423

# Wirtualny rzeźbiarz cz.2

*Projekt realizowany w ramach przedmiotu rzeczywistość wirtualna*

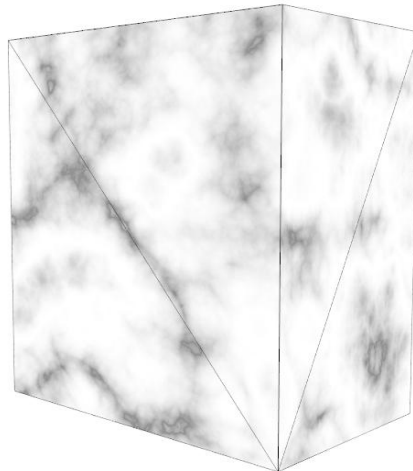
## Założenia ogólne

Projekt polega na stworzeniu aplikacji, która umożliwi tworzenie rzeźb z wykorzystaniem ramienia pomiarowego urządzenia MicroScribe i eksport ich do formatu FBX. Ruch końcówką wskaźnika, będą odzworowane, jako ruch narzędzie w wirtualnym świecie i będą powodować rzeźbienie. Użytkownik będzie miał do wyboru kilka narzędzi rzeźbiarskich (dłuta, noże i inne). W pracy zostaną wykorzystane trzy sprzęty rzeczywistości wirtualnej: *MicroScribe* do rzeźbienia oraz *CyberStick2* i *SpaceNavigator* jako dwa alternatywne źródła nawigacji.

## Priorytetowa lista zadań

Zadania początkowe:

- Stworzenie bryły początkowej o zadanych wymiarach
  - okienko do wpisywania wymiarów z klawiatury
- Stworzenie tekstury wolumetrycznej 3D (opisanej wzorem matematycznym) imitującej marmur - wykorzystanie parametrycznego szumu Perlina

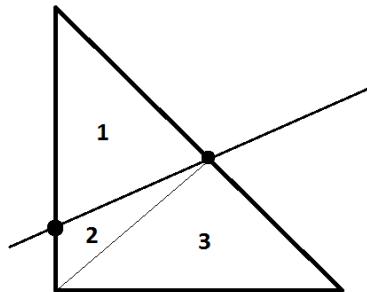


- Reprezentacji bryły w programie w taki sposób, żeby dało się ją zapisać do pliku (format: FBX, styl: ASCII)
  - możliwość specjalnego zapisywania krawędzi wewnątrz wielokątów
- nawigacja w 3D przy użyciu *SpaceNavigator*

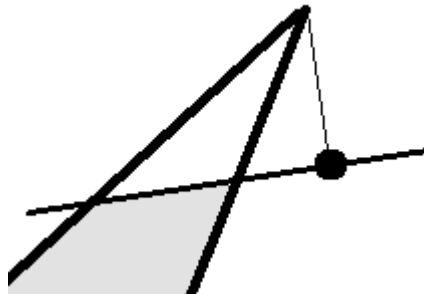
- przesuwanie i obrót

Wstępne cięcia (za pomocą myszy):

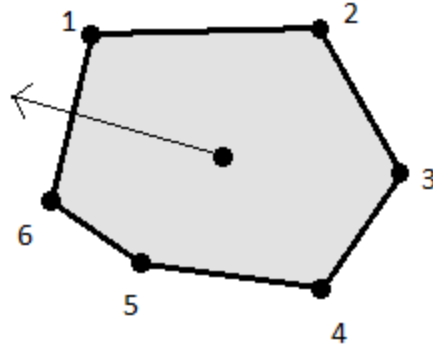
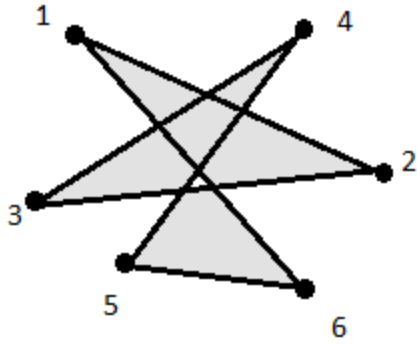
- generowanie płaszczyzny cięcia prostopadłej do kamery (ekranu) na podstawie kliknięcia i puszczenia Lewego przycisku mszy
- odcinanie z bryły fragmentu - szacowany czas obliczeń nie więcej niż 1 sekunda
  - znalezienie wszystkich krawędzi, które przecina płaszczyzna, wyznaczenie punktów przecięć i wygenerowanie tam wierzchołków
    - od razu tworzenie odpowiednich trójkątów (trójkąt dzielony jest na 3 nowe trójkąty) - należy pamiętać, że w szczególnych przypadkach jest dzielony na mniej trójkątów (gdy ciecie przechodzi przez wierzchołek lub krawędź)



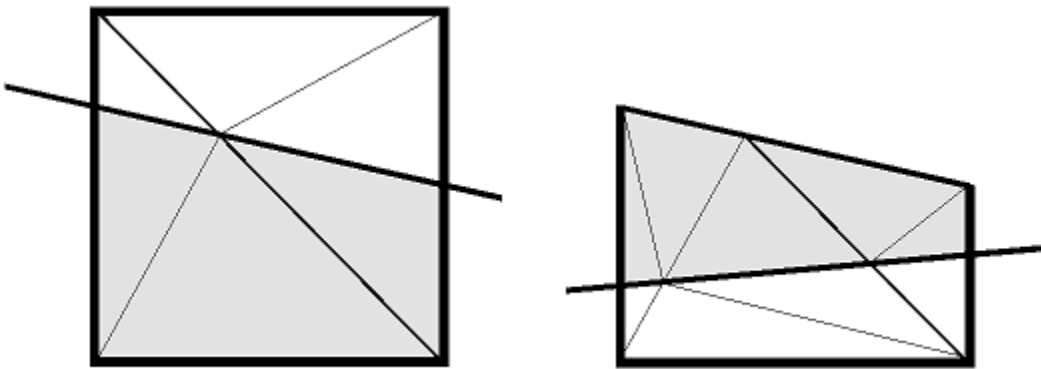
- w celu uniknięcia problemów z dokładnością i jednoczesnej dodawania nadmiarowych wierzchołków (dzieleni 2 sąsiadujących trójkątów mogło generować 4 punkty zamiast 3) - zapisywanie miejsc przecięć dla danej krawędzi
- sprawdzenie która część bryły ma zostać, a która jest odcinana
  - na podstawie środka bryły - zał. punkt (0,0,0)
- znalezienie odciętych wierzchołków i przeniesienie (rzutowanie) ich pozycji na płaszczyznę tnącą - rozwiązuje to problem tworzenie nowego wielokąta (z trójkątów) w miejscu przecięcia
  - dobry sposób na początek, ale nie jest to całkowicie poprawne



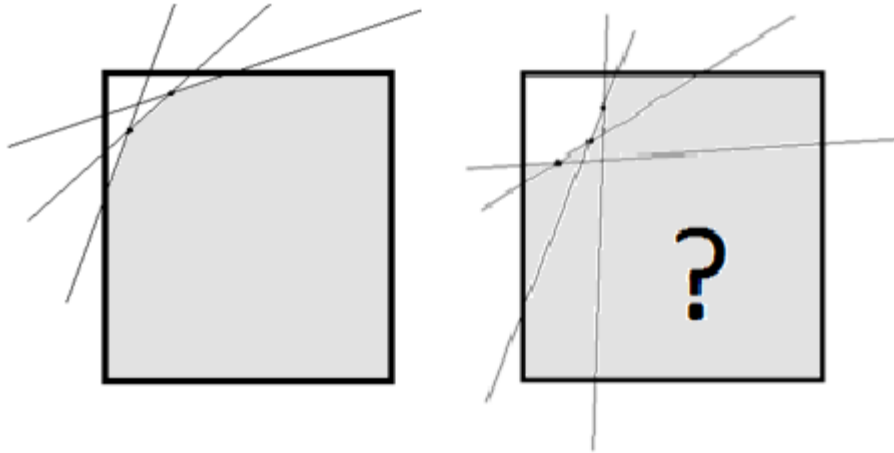
- usunięcie wierzchołków odciętych razem z trójkątami, które z nich korzystały
- tworzenie wielokąta w miejscu cięcia - sortowanie wierzchołków w przestrzeni
  - wyznaczenie punktu centralnego, oraz kątów dla wierzchołków, wykorzystując ustalony wektor. Wszystko to odbywa się na płaszczyźnie cięcia



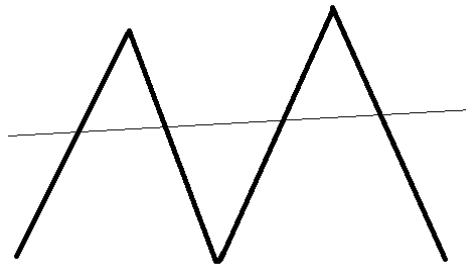
- optymalizacja - reprezentacja bryły jako wielokąt (zaznaczenie krawędzi, które nie powodują zgięć i przy cięciu nie generują nowych wierzchołków)



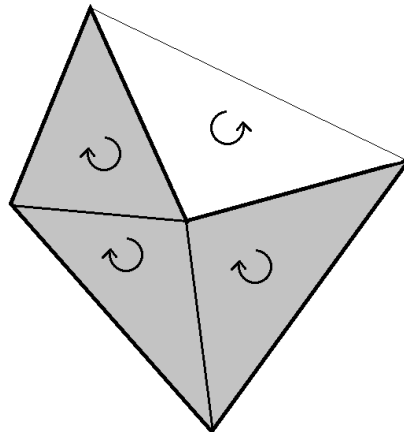
- cięcie przez krawędź "niewidoczną", powoduje stworzenie wirtualnego wierzchołka (-X), który używany jest podczas łączenia krawędzi w etapie tworzenia wielokąta, ale nie generuje on nowych wierzchołków.
- kolejna optymalizacja to całkowita likwidacja wirtualnych wierzchołków, na rzecz abstrakcyjnych -
- kliknięcie i przytrzymanie LPM - aproksymacja "punktów przegięcia" cięcia w miejscach, znaczącej zmiany kierunku - kolejne płaszczyzny cięcia. Cięcie odbywa się po zakończeniu całego ruchu. (będąc w oddaleniu, dodawane jest mniej "punktów przegięcia")
  - wycinki wklęsłe - łatwo je zrobić, jako kilka zwykłych cięć
  - wycinki wypukłe - gorzej... - będzie to rozwiązane w dalszym etapie projektu



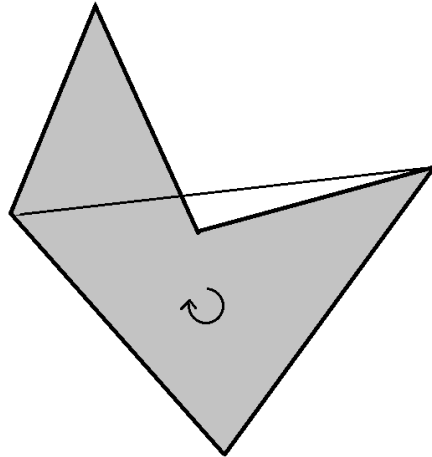
- Problem 1 - odcinanie 2 części na raz
  - sprawdzenie które wierzchołki będące na płaszczyźnie ciecicia, łączą się ze sobą krawędziami - tworzenie kilku wielokątów
    - zapisywanie krawędzi które będą brać udział w tworzeniu wielokąta



- Problem 2 - wielokąty wklęsłe
  - sprawdzanie kątów skrętności trójkąta

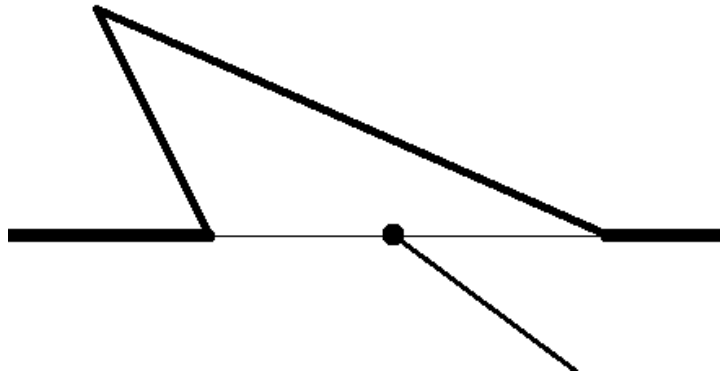


- występujący problem - trzeba znajdować najmniejsze trokąty??



Wstępne rzeźbienie (symulowanie uderzeń dłuta, w rzeźbę)

- wykrycie miejsca kliknięcia
- usunięcie powierzchni która została “uderzona”
- stworzenie stożka o zadanej głębokości (wysokości stożka wycinającej) i rozległości (promieniu podstawy) w danym miejscu
  - piramidka dla dłuta punktowego, “namiot”, dla dłuta płaskiego
  - kształt zależny od ułożenia rysika względem płaszczyzny w której wycinamy



- połączenie stożka z pozostałą częścią figury

Wstępne szlifowanie

- wyznaczenie wierzchołka, który będzie poddawany obróbce
  - nowa pozycja wierzchołka, będzie obliczana na podstawie uśrednionej pozycji sąsiadów

Interfejs

- Statystyka ilości wierzchołków i trójkątów rzeźby
- Rysowanie linii tnącej, wraz z “punktami przegięcia”, podczas cięć
- statyczne przyborniki, klikanie w konkretne przyciski wywołuje akcje
- dynamiczne przyborniki - automatycznie wysuwane się i chowane
- (\*) podgląd widoku z perspektywy rysika

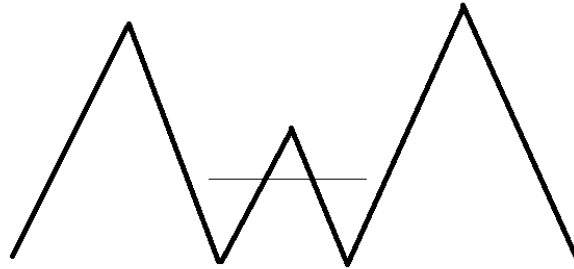
Edycja zmian

- wszystkie modyfikacje wierzchołków zostaną zamienione na parę usunięcie i dodanie
  - ułatwi to edycję zmian

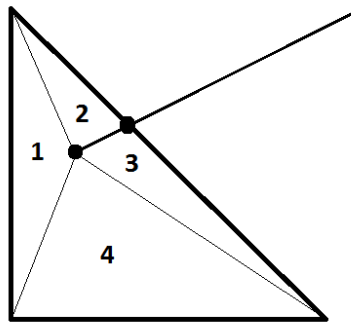
- Dodatkowa tablica przechowująca zmiany podczas edycji umożliwiająca cofanie wykonanych cięć
  - przechowuje, usunięte i dodane wierzchołki oraz trójkąty (możliwe, że również krawędzie)

#### Zaawansowane cięcia

- cięcie o ograniczonym zasięgu
  - równanie znajdujący krawędzie przecinające się z płaszczyzną zostaje uzupełnione o dodatkową nierówność informującą o zakresie



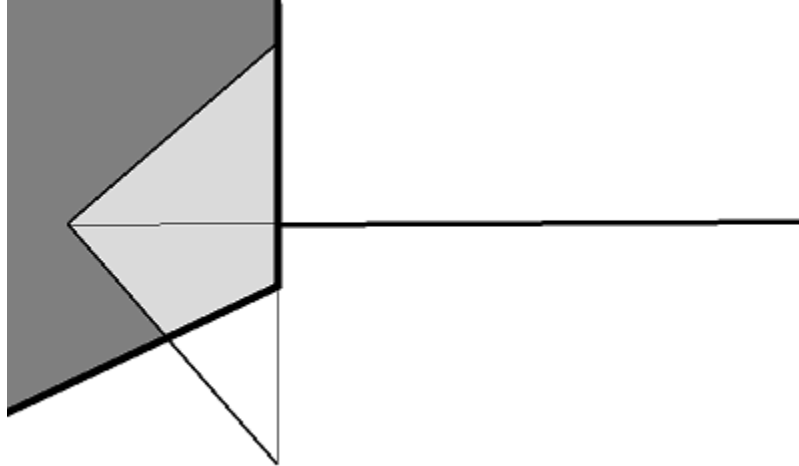
- umożliwienie wycinania brył wypukłych (problem opisany wcześniej)
  - dodanie dodatkowych wierzchołków w miejscach krańcowych płaszczyzn ograniczonych zakresem (dodanie również trójkątów)



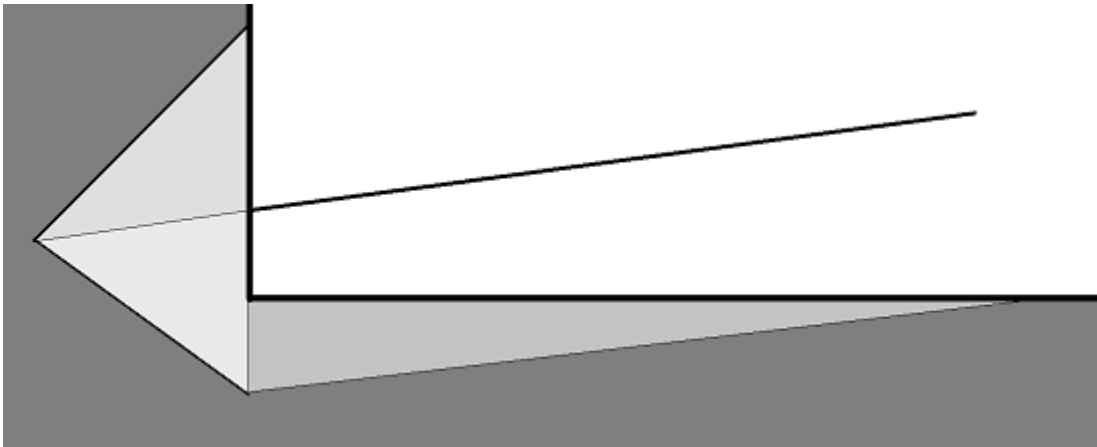
#### Rzeźbienie

- wykrywanie przecięć krawędzi stożka tnącego z figurą.

- o jeśli promień z wierzchołka do podstawy natrafi na coś to wtedy traktowane jest to jako płaszczyzna tnąca, po stworzeniu piramidy

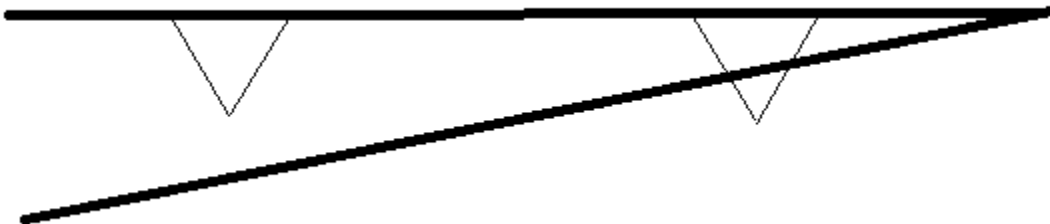


- o Jeśli promień nie trafia na nic to co wtedy??



#### Zaawansowane rzeźbienie

- wykrywanie uderzeń które przechodzą na wylot rzeźby



#### Zaawansowane szlifowanie

- szlifowanie o większym zasięgu - kilka wierzchołków na raz

#### Zadania na laboratorium

- zmiana nawigacji w 3D z *SpaceNavigator* na manipulator (*CyberStick2*)

- Zmiana cięć z myszki na *MicroScribe* wykorzystując wektor ułożenia wskaźnika zamiast wektora między kamerą na punktem cięcia
- Moc uderzeń młotka w dłuto na podstawie wektora przyspieszenia końcówki rysika

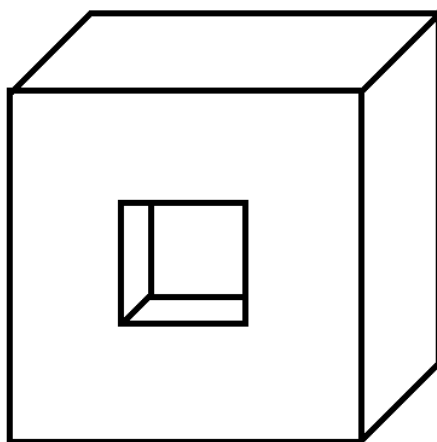
## Uwagi

Materiały - rezygnacja z materiałów o różnej twardości, ponieważ:

- nóż działa jak laser - tworzy idealne cięcia niezależne od materiału
- moc dłuta można zwiększać - powoduje to taki sam efekt w różnych materiałach
- możliwa jedynie zmiana tekstury

Dodatkowe narzędzie

- Neutralizer, wycina kształt o zadanej głębokości:



Dodatkowo funkcjonalności:

- Proste malowanie powierzchni przy użyciu, wirtualnego pędzla, pędzle różnego rozmiaru (działa na zasadzie dodatkowej warstwy), malowanie generuje teksturę 2D
- (\*) wykorzystanie ruchów nawigacyjnych do generowania rzeźbienia (koło garncarskie) - rysik nieruchomo, a obrót rzeźby w świecie, również powoduje wycinanie
- (\*\*) możliwość łączenia fragmentów rzeźb z różnych materiałów - sklejanie, obiekty przed sklejeniem mogą się przenikać
- (\*\*\*) prosta algebra boola, możliwość wycinania w rzeźbie prostych prymitywów
  - suma, różnica A/B