

# Programowanie urządzeń sterowanych numerycznie

## Zadanie 1

### **Temat: Symulator obróbki 3C**

**Termin:** 05.10.2022 - 26.10.2022 (3 tygodnie)

Celem zadania jest stworzenie aplikacji do graficznej symulacji obróbki 3C. Przy użyciu aplikacji możliwa będzie weryfikacja poprawności i jakości ścieżek zaprojektowanych w ramach laboratorium.

### **Założenia**

- wejściem dla programu są pliki ze ścieżkami zawierającymi kolejne położenia narzędzia (xyz); opis formatu pliku znajduje się w dalszej części zadania,
- proces obróbki jest wizualizowany na scenie trójwymiarowej z użyciem dowolnego API graficznego; wizualizacja musi zawierać co najmniej oświetlenie i teksturę deseni tak, aby wyraźnie było widać szczegóły wyfrezowanego obiektu,
- wygodny interfejs użytkownika: możliwość oglądania sceny z dowolnego ujęcia, przybliżanie oddalanie, pokazywanie i ukrywanie ścieżek,
- możliwość sterowania szybkością symulacji zgodnie z upływem czasu oraz opcja natychmiastowego przeprowadzenia symulacji do końca bez podglądu,
- ustawienia dla materiału: rozmiar, liczba podziałów siatki niezależnie dla każdej z osi i maksymalne zanurzenie freza w materiale oraz ustawienia dla narzędzia: typ (kulisty lub płaski) i rozmiar,
- estetyczny wygląd aplikacji i ergonomiczny interfejs,
- ostrzeżenia o błędach: frezowanie częścią nieskrawającą, zbyt głębokie zanurzenie freza w podstawkę,
- symulator musi umożliwiać wielokrotne frezowanie tego samego materiału przez wczytywanie kolejno wielu plików ścieżek.

Do wizualizacji można użyć dowolnej biblioteki graficznej np. OpenGL, DirectX. Do reprezentacji materiału używamy dwuwymiarowej tablicy, której wartości to wysokość materiału w danym punkcie. Usuwanie materiału odpowiada aktualizacji (zmniejszaniu) wartości w tej tablicy. Rozmiar tablicy zależy od wybranej dokładności symulacji i rozmiaru materiału. Poza działaniem aplikacji ocenie podlegały będą także zastosowane techniki symulacji i optymalność zastosowanych algorytmów.

### Przykładowe ścieżki

Przykładowe ścieżki do testowania symulatora można znaleźć na stronie przedmiotu:

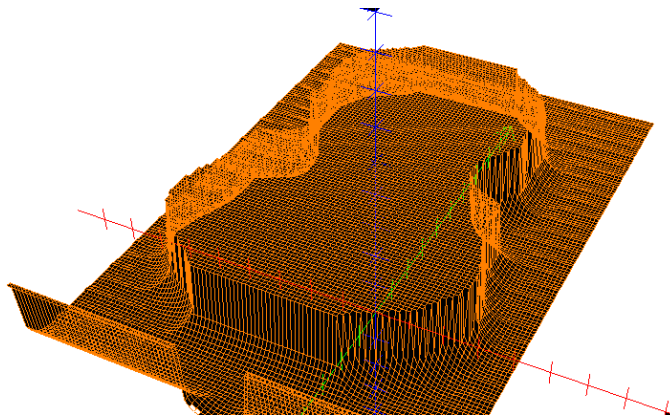
<http://pages.mini.pw.edu.pl/~pelkap/teaching/PUSN>

lub bezpośrednio pod adresami:

<http://pages.mini.pw.edu.pl/~pelkap/teaching/PUSN/Paths1.zip>

<http://pages.mini.pw.edu.pl/~pelkap/teaching/PUSN/Paths2.zip>

Symulacja powyższych ścieżek:



### Przykładowy proces frezowania

Przykład działania frezarki 3C (CNC milling):

<http://www.youtube.com/watch?v=DqkZ4DRQnsE>

### Format pliku ściezek

Ogólne założenia dotyczące pliku

1. układ współrzędnych frezarki jest prawoskrętny
2. nazwy plików z instrukcjami dla maszyny zapisujemy w postaci:

\*.**kXX** dla freza kulistego

\*.**fXX** dla freza płaskiego (walcowego)

gdzie XX oznacza średnicę freza wyrażoną w milimetrach, np: 01, 08, 12. Tak określona nazwa pliku powoduje automatyczne wybranie odpowiedniego narzędzia przy wczytywaniu pliku.

Format pliku dla frezarki (wybrane elementy):

1. każda linia zawiera jedną instrukcję; plik zapisany jest w formacie ASCII,
2. każda linia kończy się znakiem nowego wiersza i powrotu karetki,
3. pierwsza linia zawiera sekwencję informującą maszynę o stosowanych w programie jednostkach metrycznych: w przypadku milimetrów jest to: %G71 (np. dla cali jest to %G70),
4. kolejne linie rozpoczynają się od Nxx, gdzie xx jest kolejnym numerem instrukcji,
5. pierwsza instrukcja zawiera sekwencję początkową:

N1G40G90

informującą maszynę, że układ współrzędnych jest globalny a nie lokalny (według środka narzędzia),

6. następnie ustalamy prędkość obrotów freza komendą:

N2Sxxxx

Prędkość tę ustalamy na 10000 - zakres obsługiwany przez typową frezarkę to 2000 - 15000. Następnie należy włączyć obroty ustawiając ich kierunek na zgodny z ruchem wskazówek zegara (zależne od narzędzia) posługując się komendą M03. Można to uczynić wypisując kolejną instrukcję w pliku, ale można też ostatnie dwie instrukcje połączyć w jedną, pisząc:

N2S10000M03

7. komenda Fxxxx steruje prędkością ruchu freza, gdzie xxxx jest wartością prędkości wyrażoną w [m/min]. Prędkość ustalamy na 15 [m/min], co odpowiada zapisowi:

N3F15000

Dostępna frezarka obsługuje prędkości od 2 do 60 [m/min],

8. komenda G00współrzędna oznacza ruch szybki. Ruch ten służy do szybkiego przemieszczania narzędzia ponad obrabianym przedmiotem; używać jej można tylko wtedy, gdy ma się pewność, że ruch odbywa się poza przedmiotem; komenda G00 w trakcie obróbki może spowodować złamanie narzędzia.

9. komenda G01 współrzędna oznacza ruch wolny (roboczy) używany w trakcie obróbki,
10. współrzędna określa punkt w przestrzeni i ma następującą postać:  

$$Xff.fffYff.fffZff.fff$$

gdzie ff.fff jest liczbą zmiennopozycyjną w [mm] (muszą być zera wiodące i kończące), np.:  $0 = 0.000$ ,  $5.2 = 5.200$ ,  $11.3212 = 11.321$ ; jeżeli któraś współrzędna nie ulega zmianie przy przejściu do danego położenia, to można ją pominąć, np.:

$$N100G01X0.000Y0.000Z0.000$$

$$N101G01X-1.000Y1.000 \quad // \text{ ruch do punktu } (-1,1,0)$$
11. instrukcja M05 powoduje wyłączenie obrotów freza, zaś opcjonalna instrukcja M30 oznacza koniec programu.

**Na potrzeby laboratorium można pominąć wstępne ustawienia frezarki i stosować wyłącznie komendy odpowiadające za pozycję freza. Ponadto stosujemy wyłącznie ruchy robocze, bez szybkich.**

### Przykłady

```
//----- najpierw inicjalizacja maszyny -----//
%G71          // inicjacja układu metrycznego na milimetry
N1G40G90      // inicjalizacja układu współrzędnych
N2S1000M03    // prędkość obrotów
N3F15000      // prędkość posuwów
N4G00Z300.000 // idź do bezpiecznego miejsca początkowego
//----- poniżej właściwy program -----//
N5G01X0.000Y0.000Z0.000 // opuść do (0,0,0)
N6G01X1000
...
...
N389G01X12.432Y-12.124Z2.234 // ostatni ruch
N390G01X12.432Y-13.132Z30.000 // podnieś na bezpieczną wysokość
N391G00X0.000Y0.000Z30.000    // przemieść szybko
//----- instrukcje kończące -----//
N392G00Z300.000 // idź do bezpiecznego miejsca początkowego
N393M05         // wyłącz obroty
N394M30         // koniec programu
//----- koniec programu -----//
// Powyższych komentarzy w pliku wyjściowym oczywiście być nie może
```