

情報メディア実験A

物理エンジンを使った アプリケーション開発

筑波大学情報学群
情報メディア創成学類
藤澤誠

実験の目的

物理シミュレーションエンジンを利用したアプリケーションが作れるようになる

- 教員による説明回+講義ページの説明を理解して練習問題を解く(実装する)
- 物理エンジンを用いた簡単なアプリケーションを作成

実験スケジュール

- 毎週 水3,4限 & 金5,6限
- テーマ内スケジュール
 1. ガイダンス & 事前知識(C++)説明 : 4/21
 2. 物理シミュレーションとは? : 4/26, 28, 5/1
 3. 物理エンジンとは? : 5/10, 12, 17
 4. 剛体間の衝突判定, 衝突応答 : 5/19, 24, 26, 31
 5. 剛体間リンク : 6/2, 7, 9, 14
 6. 3Dモデル読み込みと弾性体 : 6/16, 21, 23, 28
 7. アプリケーション開発 : 6/30, 7/5, 7, 12, 14, 21, 26, 28
 8. 成果発表会 : 8/2

赤太字は説明回, 黒太字は進捗確認回,

7/28は発表準備 & レポート作成回

5/1(月)は水曜授業日, 7/19(水)は月曜授業日のためなし

教室とWebページ

- 教室

7C202

- 4/21,26, 5/10,19, 6/2,16,30 : パワーポイントを使った説明
- 7/29 : 各自のアプリケーション作成成果をプレゼン

- Webページ

https://fujis.github.io/iml_physics/

講義資料はTeamsも使って共有予定

自宅環境での開発

実験説明ページ及びサンプルコードはWindows+Visual Studio 2022以降を想定している。ただし、Mac環境でもg++とgmakeで動くことは確認している(Mac用のMakefileは同梱している)。

■ Windows環境

無料版のVisual Studio Communityをインストールしてもらえれば説明ページに書かれていることは問題なく実行可能です
(VS2022Communityで動作確認済み)

→ 詳しいインストール方法はTeamsの「ファイル」にある
「Visual Studio Communityインストール方法.pdf」参照

全学計算機システムのリモートデスクトップでも動作確認済み

→ 詳しくはTeamsの一般チャネルの「ファイル」にある
「全学計算機リモートデスクトップを使った実験.pdf」参照

環境構築

実験説明ページ及びサンプルコードはWindows+Visual Studio 2022以降を想定している。ただし，Mac環境でもXcodeなどで動くことは確認している。

- Mac環境

実験ページに書かれている手順でHomebrew, glfw, glewをインストール後，ターミナルでMakefileのあるフォルダに移動して，makeでビルド/make runで実行。

サンプルコード,MakefileはUbuntuなどLinux環境でも動作すると思うが，こちらでは動作確認はしていない。

C++の基本

- 本実習で使う物理エンジン(bullet physics)はC++で書かれたライブラリ(Pythonラッパあり)
 - C言語の拡張としてのC++の基本
 - メモリの確保と解放
 - オブジェクト指向の基本

ライブラリを使うための最低限の機能だけを教えます.

Hello World!(C言語版)

— List.1 —

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    /* Hello の画面出力World */
    printf("Hello_World!\n");
    return 0;
}
```


Hello World!(C++版)

— List.2 —

```
#include <iostream>
//名前空間の設定
using namespace std;
int main(void)
{
    // Hello の画面出力World
    cout << "Hello_World!" << endl;
    return 0;
}
```

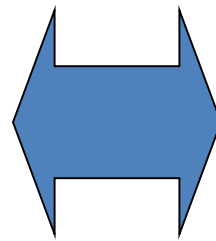
標準入出力

- `iostream`

標準出力 : `cout`

標準入力 : `cin`

標準エラー出力 : `cerr`



`printf`

`scanf`

`fprintf(stderr, ...)`

- 使い方

```
float a;  
int b;  
cin >> a;  
cin >> b;  
cout << "a_=_ " << a << endl;  
cout << "b_=_ " << b << "_=_0x" << hex << b << endl;
```

>>, <<の本来の使い方はシフト演算

→ 演算子のオーバーロード

cinのエラー処理

● エラー処理

cinは内部にエラーフラグ変数を持つ

```
int x;  
cin >> x;  
while(!cin){  
    cin.clear();  
    cin.ignore(INT_MAX, '\n');  
    cout << "再入力: ";  
    cin >> x;  
}
```

エラーフラグのチェック



エラーフラグのリセット



入力バッファのクリア



再入力

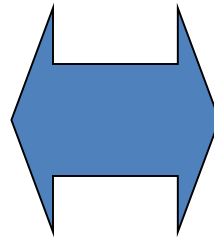
ファイル入出力 1

- fstream (ifstream, ofstream)

ファイル出力 : ofstream

ファイル入力 : ifstream

ファイル入出力 : fstream



fprintf

fscanf

FILE

- ファイル入出力の手順

ファイルを開く



開けたら

データをファイルに入力 or 出力



ファイルを閉じる

ファイル入出力2

```
ofstream fo;  
fo.open("output.txt");  
if(fo) {  
    fo << "データの出力" << endl;  
    fo.close();  
}  
else{  
    //エラー処理  
}
```

変数の宣言

List.3

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main(void)
{
    //変数の宣言
    for(int i = 0; i < 10; ++i){
        double a = (double)i*i;
        cout << a << endl;
    }
    return 0;
}
```

関数のデフォルト引数

— List.4 —

```
#include <iostream>
using namespace std;
//デフォルト引数
void def_test(int d = 0)
{
    cout << "d=_ " << d << endl;
}
int main(void)
{
    def_test();
    def_test(1);
    return 0;
}
```

関数のオーバーロード

List.5

```
#include <iostream>
using namespace std;
//関数オーバーロード
int func(void)
{
    int d;
    cout << "Input Integer Number: ";
    cin >> d;
    return d;
}
void func(int d)
{
    cout << d << endl;
}
int main(void)
{
    func(func());
    return 0;
}
```


引数の参照渡し

— List.6 —

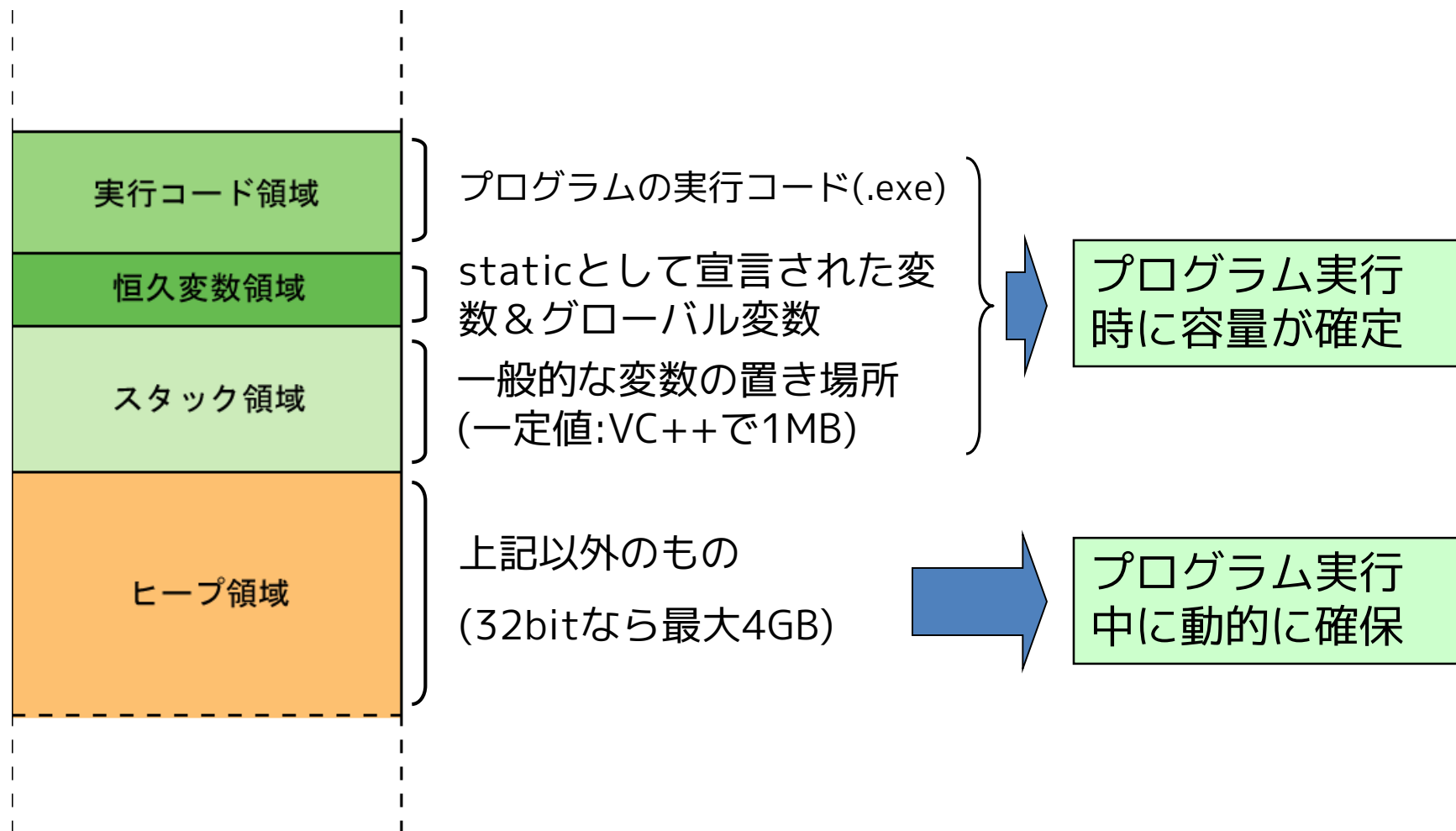
```
void swap(int *a, int *b)
{
    int c;
    c = *a;
    *a = *b;
    *b = c;
}
```

— List.7 —

```
void swap(int &a, int &b)
{
    int c;
    c = a;
    a = b;
    b = c;
}
```

メモリについて

● メモリマップ

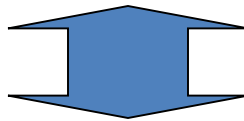


スタック領域

- スタック領域は何のためにあるのか？

レジスタの数を超えた変数が使用されたときに用いられる

- スタックの利点：割り当てや開放の手間がないので高速
- スタックの欠点：スタックのサイズはあまり大きくできない



- ヒープの利点：サイズ制限なし(ただしメモリ容量による)
- ヒープの欠点：OSによるメモリ管理コードのため低速

メモリの動的確保

- malloc, free (C言語)

```
void *malloc(size_t size)
```

```
void *calloc(size_t n, size_t size)
```

```
int *p;
```

```
p = (int*)malloc(10*sizeof(int));
```

```
-----pを使った処理 -----
```

```
free(p);
```

- new, delete (C++)

```
int *p;
```

```
p = new int [10];
```

```
-----pを使った処理 -----
```

```
delete [] p;
```

確保した領域は
必ず開放する

(STLのvectorやbulletの
bt*Arrayの場合は自動開放)

番外:STLによる動的配列

- STL(標準テンプレートライブラリ)による動的配列

```
#include <vector>
using namespace std;
void main(void){
    vector<int> x;
    x.resize(5, 0); // 配列サイズ変更(size:5)して, 値0で初期化
    x.push_back(10); // 配列に値を追加(size:6)

    // 反復
    for(int i = 0; i != x.size(); ++i) cout << x[i] << endl;
    // イテレータを使った反復
    for(vector<int>::iterator i = x.begin(); i != x.end(); ++i)
        cout << *i << endl;
}
```

オブジェクト指向とは

- オブジェクト指向

「関連するデータの集合と、それに対する手続き(メソッド)を「オブジェクト」と呼ばれる一つのまとまりとして管理し、その組み合わせによってソフトウェアを構築する手法」

(IT用語辞典e-Wordsより)

- カプセル化(Encapsulation)
- 継承(Inheritance)
- 多態性(Polymorphism)

構造体の復習

List.8

```
#include <iostream>
using namespace std;
typedef struct Vec3
{
    float x, y, z;
} Vec3;
int main(void)
{
    Vec3 v;
    v.x = 1;
    v.y = 2;
    v.z = 3;

    return 0;
}
```

はじめてのクラス

List.9

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Vec3
{
    float x, y, z;
};
int main(void)
{
    Vec3 v;
    v.x = 1;
    v.y = 2;
    v.z = 3;

    return 0;
}
```

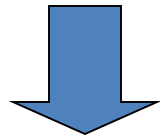
メンバ変数

オブジェクト

アクセスコントロール 1

- private,public,protected

List.9のコードはコンパイルエラーとなる



なぜか？

アクセスコントロール

- publicメンバ : 外部からアクセス可能
- protectedメンバ : 継承先からアクセス可能
- privateメンバ : クラス内からのみアクセス可能

デフォルトのアクセスコントロール

- 構造体 : public
- クラス : private

アクセスコントロール2

— List.9 —

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Vec3
{
public:
    float x, y, z;
};
int main(void)
{
    Vec3 v;
    v.x = 1;
    v.y = 2;
    v.z = 3;

    return 0;
}
```

メンバ関数

- 関数をクラスのメンバに

```
int main(void)
{
    Vec3 v;
    v.input(1.0f, 2.0f, 3.0f);
    v.output();
    return 0;
}
```

List.10

メンバ関数

```
class Vec3
{
public:
    float x, y, z;
    void input(float x0, float y0, float z0);
    void output(void);
};

void Vec3::input(float x0, float y0, float z0)
{
    x = x0; y = y0; z = z0;
}

void Vec3::output(void)
{
    cout << "x=" << x << ", ";
    cout << y << ", ";
    cout << z << ")" << endl;
}
```

カプセル化

- カプセル化

アクセスコントロールでクラス内部の詳細をブラックボックス化

メンバ変数はpublicにしない

```
class Vec3
{
    private:
        float x, y, z;
    public:
        void input(float x0, float y0, float z0);
        void output(void) const;
};
```

コンストラクタとデストラクタ

- コンストラクタ(Constructor)

オブジェクトを生成したときに呼ばれ，主に初期化を行う

public:

クラス名 (引数)

返値なし，引数あり

オーバーロードにより複数存在可

- デストラクタ(Destructor)

オブジェクトを破棄したときに呼ばれ，主に後処理を行う

public:

~クラス名 ()

返値なし，引数なし

複数存在不可

コンストラクタとデストラクタ

List.12

```
class Vec3
{
private:
    float x, y, z;
public:
    //コンストラクタとデストラクタ
    Vec3() ←
    {
        x = 0.0f; y = 0.0f; z = 0.0f;
    }
    Vec3(float x0, float y0, float z0) {
        {
            x = x0; y = y0; z = z0;
        }
        ~Vec3() {}
    };
};
```

デフォルトコンストラクタ

インスタンス

— List.13 —

```
int main(void)
{
    Vec3 *vp;
    vp = new Vec3(1.0f, 2.0f, 3.0f);
    vp->output();
    delete vp;
    return 0;
}
```

まとめ

- C++で拡張された機能

オーバーロード, 参照渡し, newとdelete

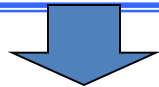
- オブジェクト指向: クラス

アクセスコントロール, コンストラクタとデストラクタ, カプセル化

- カプセル化(Encapsulation)

- 継承(Inheritance)

- 多態性(Polymorphism)



興味のある人はWebページにある資料「オブジェクト指向言語 C++ 後編」を読んでみてください.