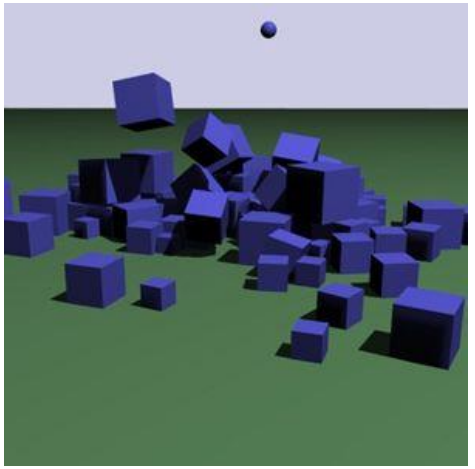
情報メディア実験A

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

物理エンジンとは?



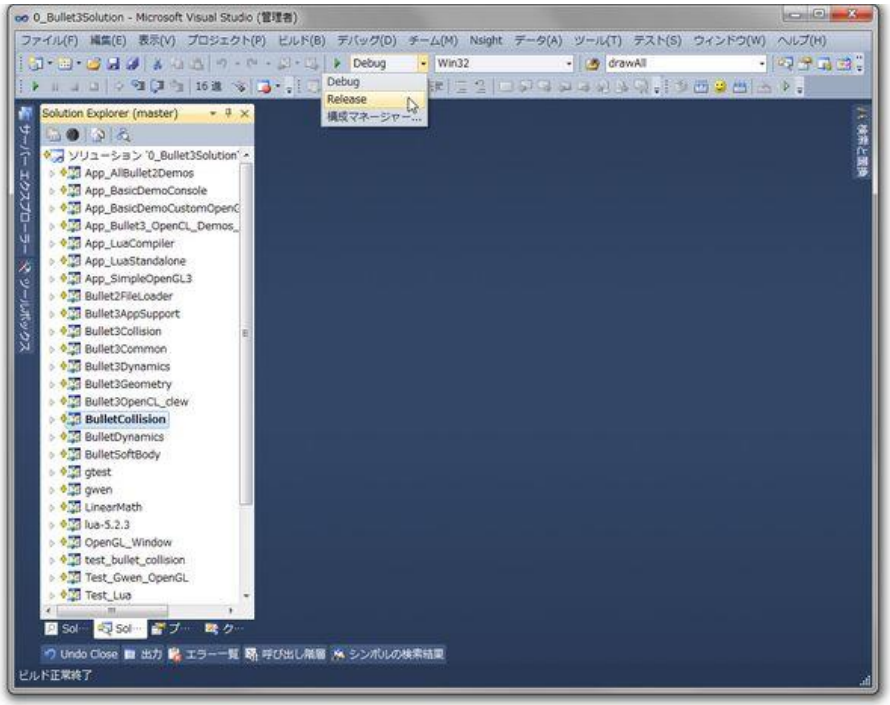
- 物理シミュレーションを簡単に使うためのライブラリ
  - 主に剛体を扱い，弾性体や流体を扱えるエンジンもある
  - 物理エンジンの主機能
    - **剛体**の運動(Dynamic and Kinematics Rigid Body)の計算
    - 物体同士の**衝突検出**(Collision Detection)&**衝突応答**(Collision Response)

実験で使う物理エンジンについて

- Bullet(Bullet Collision Detection and Physics library)
  - 衝突判定，剛体運動ライブラリ
  - オープンソース(Zlibライセンス,商用利用も可)
  - マルチプラットフォーム(Win, Linux, Mac OS, iOS, Android, PS3, Xbox360, Wii)
  - C++版 + Python版(pybullet)
  - Maya, Blender, Houdiniなどでプラグインとして提供されている

Bulletのビルド

- Bulletのビルド
  ソースコードをBullet PhysicsのWebページ
  (http://bulletphysics.org/wordpress/)
  からダウンロード・解凍してVisual Studioなどで
  ビルドする.

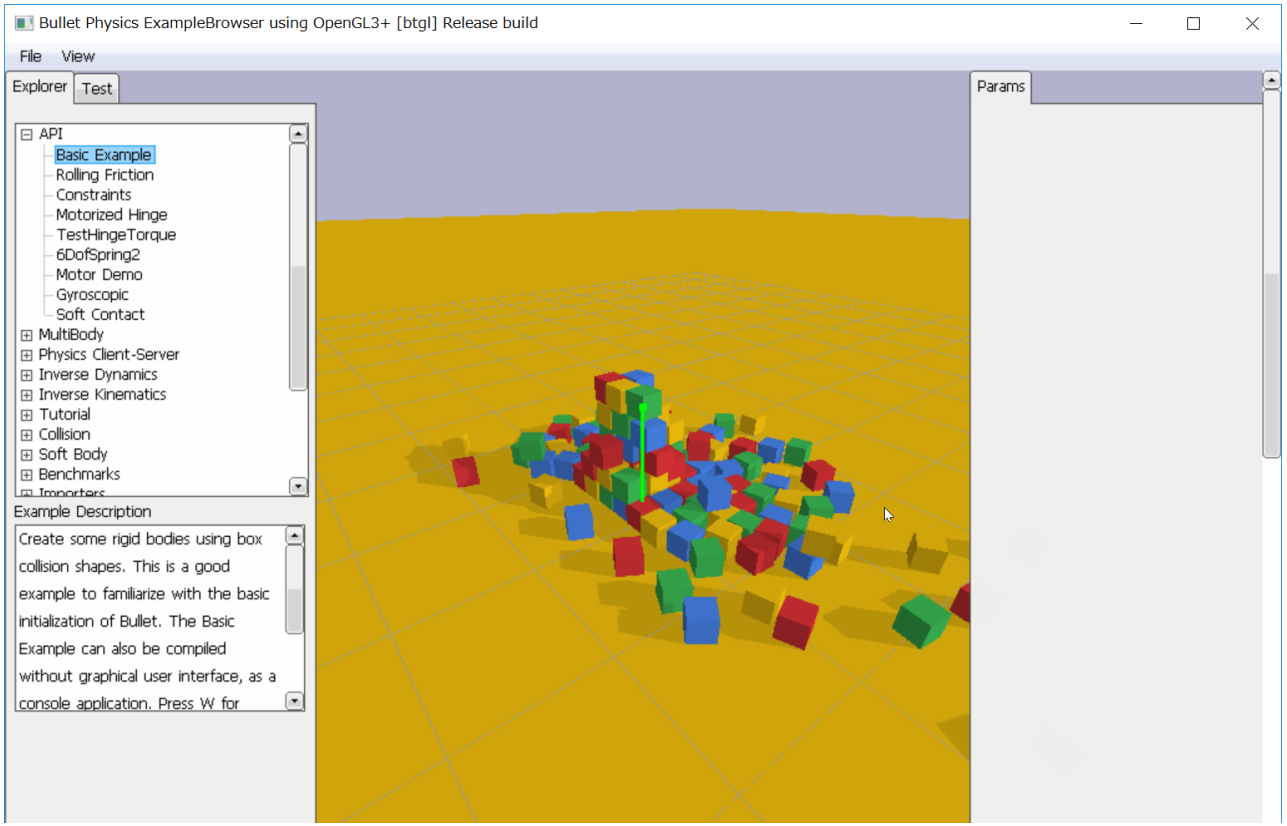


Bulletのビルド

- ビルドの注意点
  - Visual Studioではプロジェクトをソリューションファイル(*.sln)を使って管理
  - slnファイル作成のためにpremakeというソフトがBulletには同梱されている. 実際にはそれを実行するためのbatファイルが各種用意されているのでそれを実行する.

デモプログラムの実行

- BulletExampleBrowser



BULLET/bin/App_BulletExampleBrowser.exe

物理エンジンでの物体の扱い

btDynamicsWorld

btRigidBody

- 質量(0ならstatic),反発率,摩擦係数等のパラメータ
- *btMotionState : 動きの状態*
  - *btTransform*
    - *姿勢(btQuaternion/btMatrix3x3)*
    - *位置(btVector3)*
- *btCollisionShape : 物体の形*

btRigidBody

⋮

ワールドの定義

- btDynamicWorldの定義
  グローバル変数としてbtDynamicWorld型ポインタ変数を定義

```
btDynamicsWorld* g_dynamicsworld;          //!< Bulletワールド
```

初期化 (適当な関数内で)

```
// ディスパッチャ，ブロードフェーズ法，拘束ソルバーの設定(詳しくは今後の講義回で)
...

// Bulletのワールド作成
g_dynamicsworld = new btDiscreteDynamicsWorld(dispatcher, broadphase,
                                              solver, config);
g_dynamicsworld->setGravity(btVector3(0, -9.8, 0));
```

重力設定，btVector3はBulletで使える3次元ベクトル型

剛体オブジェクトの定義

- btRigidBodyの定義

形(btCollisionShape), 位置・姿勢(btMotionState), 質量・慣性モーメントが定義に必要. 定義後に**メンバ関数でパラメータ変更可能**

```
// 球体形状を設定
btCollisionShape *sphere_shape = new btSphereShape(g_fRad);

// 球体の初期位置・姿勢
btQuaternion qrot(0, 0, 0, 1);
btDefaultMotionState* motion_state = new btDefaultMotionState(btTransform(qrot, pos));

// 慣性モーメントの計算
btVector3 inertia(0, 0, 0);
sphere_shape->calculateLocalInertia(mass, inertia);

// 剛体オブジェクト生成(質量, 位置姿勢, 形状, 慣性モーメントを設定)
btRigidBody *body = new btRigidBody(mass, motion_state, sphere_shape, inertia);

// ワールドに剛体オブジェクトを追加
g_dynamicsworld->addRigidBody(body);
```

剛体パラメータ設定

- btRigidBodyのパラメータ設定例
  - 反発力：反発係数で設定

```
body1->setRestitution(0.9);
body2->setRestitution(0.5);
```

body1とbody2が当たった場合の反発係数は**両者を掛けた値**(0.9×0.5=0.45)となる

  - 摩擦力：摩擦係数で設定

```
body1->setFriction(0.8);
body2->setFriction(0.8);
```

body1とbody2が接触している場合の摩擦係数は**両者を掛けた値**(0.8×0.8=0.64)となる

剛体オブジェクトの定義

- btRigidBodyの種類
  - 動力学(動作)剛体(Dynamics (moving) rigidbodies)
    - 質量が正の値
    - 毎シミュレーションステップで動力学に基づきその位置と姿勢が更新される
  - 静的剛体(Static rigidbodies)
    - 質量が0
    - 衝突が起こっても動かない(動力学剛体と衝突はする)
    - 地面や壁など
  - 運動学剛体(Kinematic rigidbodies)
    - 質量が0
    - ユーザ操作に従って動くという点以外は静的剛体と同じ
    - 動く障害物など

ワールドの時間を進める

- ある時間ステップ幅でシミュレーションを進める
  GLUTのTimer関数 or Idle関数内で

```
// bulletのステップを進める
if(g_dynamicsworld){
     g_dynamicsworld->stepSimulation(DT, 1);
}
```

時間ステップ幅とサブステップ数

ワールドの破棄

- btDynamicWorldの破棄
  newしたらdeleteと同じく，ワールド定義もメモリ確保なので破棄して，メモリ解放する必要がある

```
// ワールド破棄
delete g_dynamicsworld->getBroadphase();
delete g_dynamicsworld;
```

Bulletのビルドとサンプル実行

ここからは各自の環境で
実際に作業

実験ページの「**2. 物理エンジンとは?**」の
練習問題を実際にやってみよう
(余裕のある人はoption課題もやってみよう!)