

プログラム名：タフ・ロボティクスチャレンジ

PM名：田所 諭

プロジェクト名：フィールド評価試験・安全・シミュレーション

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 7 年 度

研究開発課題名：

極限環境シミュレーションプラットフォーム Choreonoid の開発

研究開発機関名：

国立大学法人大阪大学大学院工学研究科

研究開発責任者

杉原 知道

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

課題1. 干渉している二物体の立体積計算 (H27/4~H27/6)

標準的な PC 上で各々100点程度から成る凸多面体対の干渉判定をマイクロ秒オーダーで、立体積の計算をサブミリ秒オーダーでそれぞれ行う。

- (1) 凸多面体同士の干渉判定および干渉点検出を高速に行うアルゴリズムの実装 (H27/4)
- (2) 凸多面体同士の立体積を求めるアルゴリズムの実装 (H27/4~H27/6)
- (3) 非凸多面体を複数の凸多面体に自動分割する計算アルゴリズムの実装 (H27/4~H27/6)

課題2. 立体積に基づく接触力計算 (H27/5~H27/8)

立体積に基づいて垂直抗力および摩擦力をミリ秒オーダーで計算するアルゴリズムを開発する。

- (1) 立体積に基づいて垂直抗力方向・摩擦力方向を求めるアルゴリズムの実装 (H27/5)
- (2) 立体積の体積に基づいて垂直抗力を求めるアルゴリズムの実装 (H27/6~H27/8)
- (3) 立体積の表面積に基づいて摩擦力を求めるアルゴリズムの実装 (H27/6~H27/8)

課題3. 大変形する物体との相互作用計算 (H27/7~H28/2)

サブメートルオーダー構造体の曲率半径数センチ程度の曲げおよび捻じりをシミュレートする。

- (1) 変形する物体を剛体系近似する方法の開発 (H27/7~H27/12)
- (2) 近似剛体系の可動部における受動力発生メカニズムのモデル化 (H27/12~H28/2)

課題4. 破断・切断を伴う物体の振舞計算 (H27/9~H28/1)

剛体内部の応力分布を近似計算し、破断・切断判定箇所を特定し、関節を自動追加する構造可変剛体系としてのモデル化を新たに考案する。計算アルゴリズムを実装する。

- (1) 剛体内部の応力分布を近似計算するアルゴリズムの開発と実装 (H27/9~H27/11)
- (2) 応力分布に基づく物体の破断・切断判定アルゴリズムの開発と実装 (H27/11~H28/1)

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

課題1. 干渉している二物体の立体積計算

アルゴリズム実装は完了している。当初計画では Muller-Preparata 法を使用する予定であったが、その後の検討により B-rep に基づく方法の方が、提案する接触力計算との親和性が高いと判断し、実装した。Muller-Preparata 法よりも計算量が多い方法だが、空間分割表現等による高速化を行い、目標を達成した。非凸多面体を複数凸多面体に自動分割するアルゴリズム実装は未完了である。

課題2. 立体積に基づく接触力計算

本年度最も注力した内容であり、目標を達成した。摩擦力計算について、当初計画にあった

立体積表面積に基づいて求めるという考え方は誤りであり、共通断面形状に基づいて求めるべきということが判明した。これを実装し、複雑形状同士の接触をある程度の精度を以て再現することができた。

課題 3. 大変形する物体との相互作用計算

課題 2 を優先したため未着手である。

課題 4. 破断・切断を伴う物体の振舞計算

剛体内部に破断・切断箇所の候補を予め設定し、仮想関節で接続しておき、仮想関節に発生する 6 軸力が閾値を超えた時点で関節拘束を解除する、という簡易的な方法で達成した。

2-2 成果

課題 1. 干渉している二物体の立体積計算

B-rep に基づく方法を空間分割表現等によって高速化し、実装した。

課題 2. 立体積に基づく接触力計算

干渉している二物体の立体積に基づいて、両物体が 1 ステップ後にどのような相対運動量を持つべきかを決定し、二次計画問題を解くことでそれを再現する運動を得る方法を開発した。求めるべき接触力に課せられる制約は、接触力に合成される分布力それぞれに課せられる制約から導かれるが、ここには不良設定性がある。これを、二物体の共通断面形状に基づいて近似表現することによって回避した。

課題 4. 破断・切断を伴う物体の振舞計算

破断の可能性がある物体を、仮想関節で接続された剛体リンク系として表現し、簡易的な方法ながらそれが外部から加えられた負荷力によって破断される様子をシミュレートできた。

2-3 新たな課題など

課題 4 において、より正確には破断候補点に働く 6 軸力ではなく、破断候補点における無限小体積素に働く応力を以て破断するか否かを判定すべきである。計算上は剛体として扱うが、物体特性の内部表現は連続体近似に基づくものにするよう、アルゴリズムを拡張する必要がある。これは今年度すぐに着手する。

3. アウトリーチ活動報告

なし