

物理シミュレーション世界に触る

～力覚インタフェースの紹介～

電気通信大学 須佐 育弥 susa@hi.mce.uec.ac.jp
東京工業大学 長谷川 晶一 hase@pi.titech.ac.jp
長谷川研究室 http://haselab.pi.titech.ac.jp

物理シミュレーション世界に触る？

- 人は物の形状、重さ、硬さ、動きがわかる
・力覚(力の感覚)で力を感じ取る

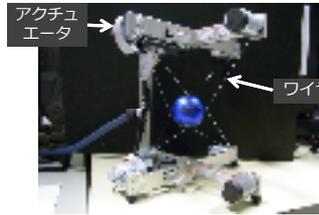
- 力を人工的に作り提示
・力覚で実体感

バーチャルリアリティ

- リアルタイム物理シミュレーション
・物の動きを計算
・多様な入力に対する反応を作る

インタラクティブ

力覚インタフェース



- SPIDAR [東工大 佐藤ら]
 - ・据え置き型
 - ・並進・回転6自由度
 - ・フレームの大きさで可動域が決められる



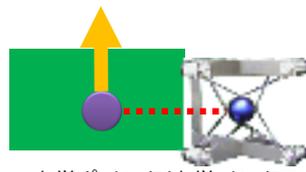
- Haptic Ring [東工大 青木ら]
 - ・装着型(1.4g)
 - ・指腹を圧迫
 - ・AR, MRコンテンツ向き

力覚レンダリング

- ユーザに提示する力の計算方法
 - ・拘束ベース(力覚ポインタが侵入しない)
 - 動力学シミュレーションによる方法
 - 幾何拘束(3自由度のみ)による方法 [九州大 菊植ら]
 - ・ペナルティベース(力覚ポインタが侵入する) [東工大 長谷川ら]



力覚ポインタ
力覚インタフェース
拘束ベース



力覚ポインタ(力覚インタフェース)
ペナルティベース

更新周期の問題

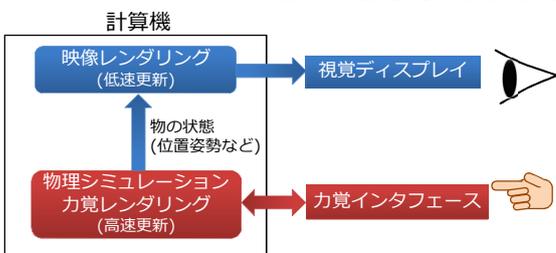
- 物理シミュレーション
 - ・物の数、形状の精細さで計算量大
 - ・更新を遅く 20-60Hz

- 力覚レンダリング
 - ・物の形状、硬さ、動きを詳細に提示したい
 - ・インタフェースの高速制御
 - ・更新を速く 300Hz-1kHz以上
 - ・計算には物の状態が必要(位置姿勢、速度など)

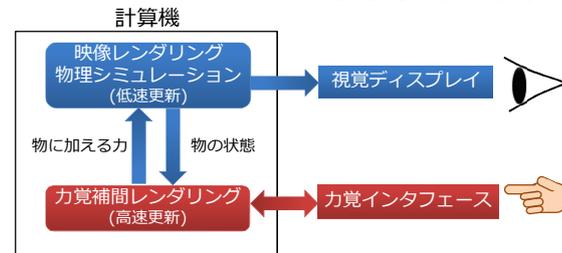
うまく共存できる構成を考える必要あり

システム構成

シングルスレッド X 負荷高のシミュレーション
O 高精度な力覚レンダリング



マルチスレッド O 負荷高のシミュレーション
X 高精度な力覚レンダリング



実は
△シミュレーション
△力覚レンダリング
もあります
[電通大 須佐ら]

課題・展望

- ・力覚インタフェースは高価
- ・6自由度、発振しない力覚レンダリング手法
- ・触覚の提示(振動を利用した材質感提示など)
- ・複雑な計算が必要な(流体、柔軟物体など)物理世界とのインタラクション

参考文献

- ・佐藤誠, 平田幸広, 河原田弘: 空間インタフェース装置SPIDARの提案, 信学論(D), Vol.J74-D2, No.7, 1991, pp.887-894.
- ・青木 孝文, 三武 裕玄, 長谷川 晶一, 佐藤 誠: ワイヤによる皮膚感覚刺激を用いた指先装着型接触感提示デバイス, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.14, No.3, 2009 9 pp.421-428.
- ・菊植亮, 藤本英雄: 幾何学的力覚提示アルゴリズムの力学的解釈とインピーダンス型およびアドミッタンス型の実装法, 日本ロボット学会誌, Vol.25, No.2, 2007 3, pp.142-151.
- ・長谷川 晶一, 藤井 伸旭, 赤羽 克仁, 小池 康晴, 佐藤 誠: 力覚インタラクションのための多面体の接触体積に基づく実時間剛体運動シミュレーション, 計測自動制御学会論文集, Vol.40, No.2, 2004 2, pp.122-131.
- ・須佐 育弥, 大内 政義, 岩下 克, 佐藤 誠, 長谷川 晶一: 局所的な高速物理シミュレーションによる高解像度力覚提示の実現, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.14, No.4, 2009 12, pp.463-471.