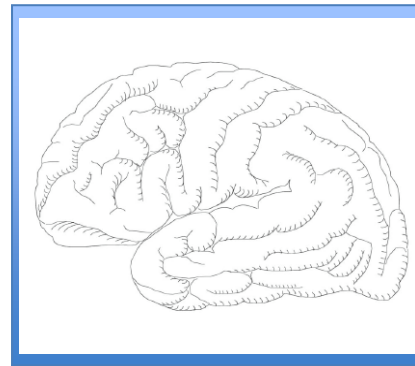


映像表現に期待される数学

オー・エル・エム・デジタル
安生健一

デジタル映像表現

- コンピュータを用いて生成される映像
 - SciVis(サイエンティフィックビジュアライゼーション)
 - 可視化
 - 医用
 - デザイン
 - 設計、解析
 - TV・映画・ゲーム・web ...
 - Computer Graphics (CG)
 - 2D、3D、立体(S3D)
 - 実写(デジタル撮影、CG合成)



必要となる様々な技術

よく使われる数理科学的な手法

シミュレーション技術

- レンダリング方程式

- 光と影のシミュレーション

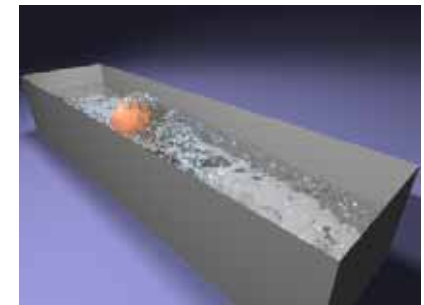
$$L(x, \theta) = L_e(x, \theta) + \int L(x, \phi) \rho(x, \theta, \phi) d\omega$$



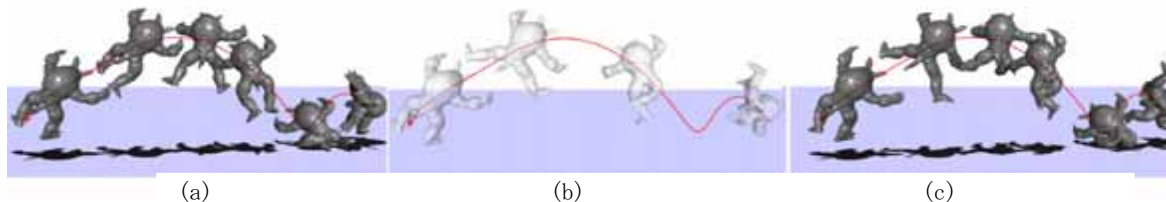
- 自然現象を表す微分方程式

- Ex. Navier-Stokes方程式:

- 流体、雲、爆発...

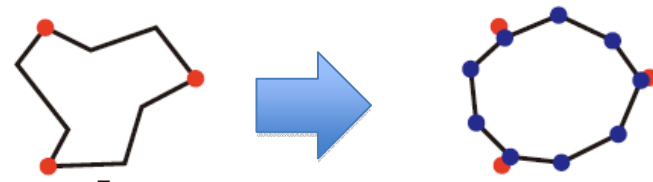


- Ex. 剛体アニメーション、柔軟物体の変形

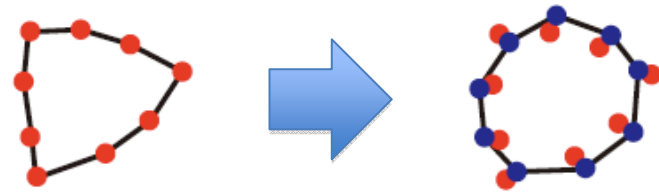


メッシュ編集技術

- Least squares meshes
(Sorkine et al. 2004)

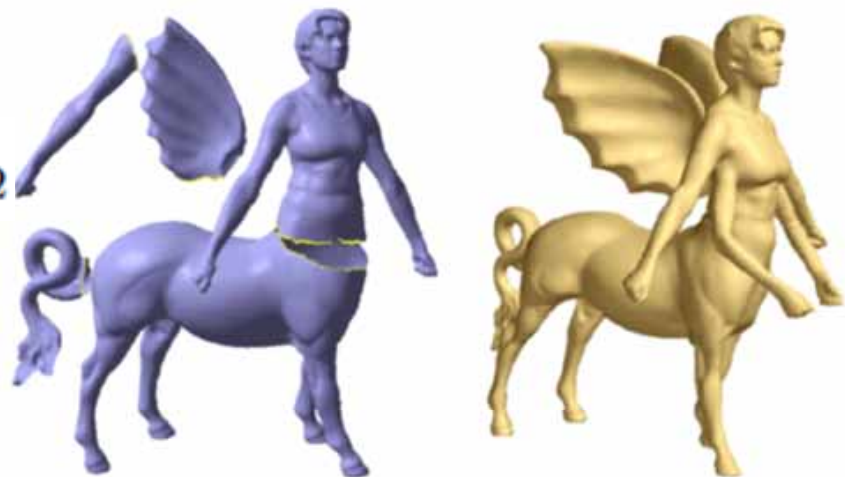


- Laplacian mesh optimization
(Nealen et al. 2006)



- Poisson-based gradient field
field (Yu et al. 2004)

$$\nabla^2 f = \nabla \cdot \mathbf{w}, \quad f|_{\partial\Omega} = f^*|_{\partial\Omega}$$



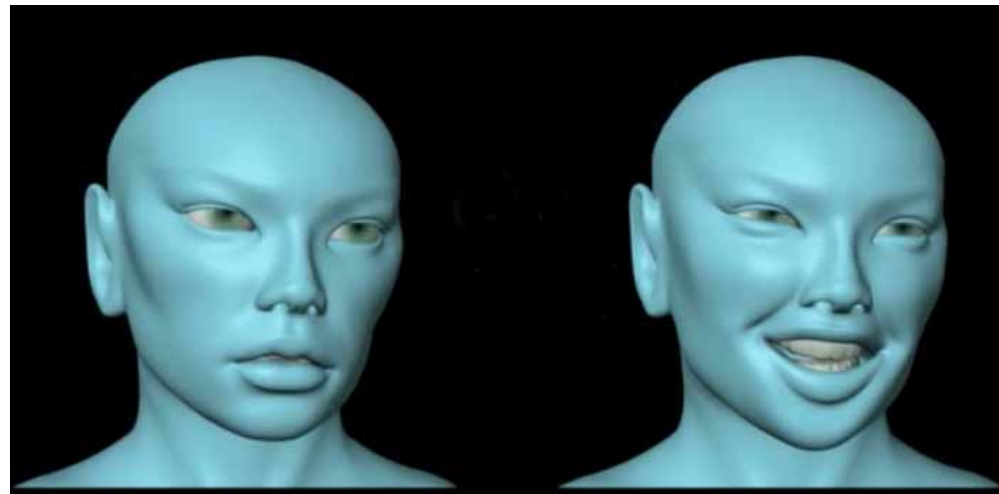
Synthesis

- 解析や分析(Analysis)ではなく、生成・統合(Synthesis)を目指す
- Analysis は第一段階として必須:
 - 表示対象が物理現象として捉えられるなら、物理学の蓄積は大きく貢献する
 - データの蓄積があれば「学習」できる
- SynthesisのためにAnalysisをどう活かすか?
 - 解析結果/データの解釈 と 対話処理の導入が必要

Synthesis Example

学習理論やデータベースの応用:

- 顔の動きの特徴を抽出し、アニメーションを効率良く作成する



あらかじめ作られたアニメーションの顔の例(左)と、
ピン&ドラッグ操作を加えて作られた笑顔(右)

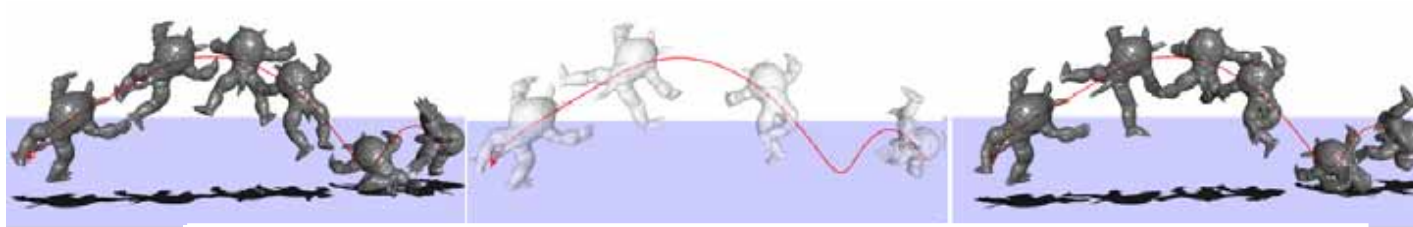
Directability (演出可能性)

- シミュレーションの結果としてではなく、演出の結果としての映像を生成する
- リアリティと演出(制作者の意図)をどう両立するか?
 - 表示対象が物理現象として捉えられるなら、物理学の蓄積は大きく貢献する
 - それでも「演出」が必要なときは?
 - 人や乗り物は?(力学系?)

Directability Example

柔軟物体の演出的制御:

- リアリティ = 微分方程式
 - 演出 = キーフレームアニメーション
- ➡ これらを両立する定式化の提案



(a)

(b)

(c)

- (a) 初期アニメーション(シミュレーション結果としてのリアリティを持つ)
- (b) キーフレームでポーズを指定
- (c) 再計算して「リアル」な動きと意図したポーズの両立を実現

数学に期待するところ

- Synthesis + Directability を記述する方式
 - 物理などの自然科学にのっとるところとそれを越えた部分(人間による「演出」)を扱える
 - インタラクティブな表現としてアウトプットできること
- より広範なビジュアライゼーション技術への拡張性
 - Medical Imaging
 - コスメ、アパレル (化粧品、頭髪、衣服)

これまでの経過とこれからのこと

数学への期待を実現するために

最近の動き

- 数学CRESTでの活動(H22/10 -)
 - CG研究者と数学者間の相互啓もうとその効果
- IMIからの動き
 - “Math for the Game Industry”
 - CEDEC2011のCo-located event
 - Study Group Workshop の結果として、CGに関する短期研究Gr.(今年3月)が生まれる
 - IMI共同利用研究計画として採択

これから(具体策へ向けて)

- 研究チーム作り
 - CG研究者と数学者間の相互乗り入れ型研究
 - 研究者層の裾野を広げる(産学の枠を越えて)
- 国際的な発表の機会を増やす
 - 常に産業側へのフィードバックを心掛ける
 - 学会での発表もしかり
- 世の中へは「映像」の形で成果を伝える