

(社) 日本ロボット学会 第67回 ロボット工学セミナー
「最新シミュレーション技術とロボティクス」
開催レポート

日時：2011年10月24日（月）10：00～17：50

会場：東京電機大学 神田キャンパス 11号館 17F カシオホール

参加者数：40名

オーガナイザー：坂本 守行（川崎重工業(株)）

概要：

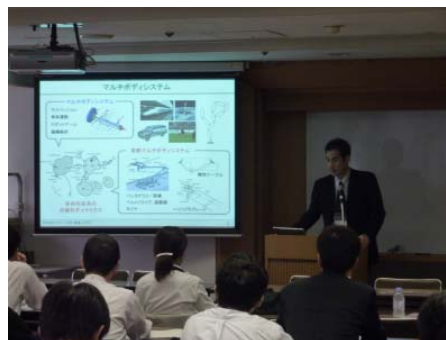
物体の運動を仮想空間内で模擬する運動シミュレーション技術は、ロボットや車両、各種機械などの設計検討だけでなくバーチャルリアリティや人体、知能の解明など様々な分野の研究に有効なツールとして用いられています。本セミナーでは、各分野で著名な5名の先生方をお招きし、マルチボディダイナミクス理論をはじめに、ヒューマノイドロボット、バーチャルリアリティ、社会的知能、生体力学の各研究を対象としたシミュレーション技術について、基礎から応用、最新トピックまで紹介して頂きました。

第1話 「マルチボディダイナミクスの基礎と応用」

東京理科大学の杉山博之先生より、マルチボディダイナミクスの基礎と応用について、ご講演頂きました。まず、マルチボディシステムの概要と各種機構 CAE コード開発の経緯についてご説明頂きました。次に、SUV ロールオーバー問題の例を挙げながら、マルチボディダイナミクスの運動方程式（ニュートン・オイラー法、ラグランジュ未定定数法、リカーシブ法や ODE, DAE, 仮想パワーの原理、ケインの方程式、ダランベールの原理など）やその計算方法（拘束安定化法、BDF 法など）について分かりやすく解説頂きました。そして、鉄道車両の車輪・レール接触問題を例に挙げて、接触問題(拘束接触法とペナルティ法)について解説頂きました。また、クレーン用テレスコピックブームや弾性体の板を例に、弾性体(柔軟マルチボディダイナミクス)の計算方法について解説頂きました。最後に、マルチボディダイナミクスの連成問題を挙げられ、マルチボディダイナミクスをベースにマルチドメインで連成解析をする研究が活発化しているとのことでした。マルチボディダイナミクスについて分かり易く説明頂き、その理解に大変有意義な講演でした。



ご講演中の杉山先生



会場風景

第2話 「ヒューマノイドロボット研究におけるシミュレーション利用技術」

産業技術総合研究所の梶田秀司氏より、ヒューマノイドロボットの研究において開発・利用しているシミュレータ OpenHRP3 についてご講演頂きました。これまで開発されたヒューマノイドロボット (HRP-2~HRP-4) をご紹介頂き、その歩行などの制御系検討に用いている OpenHRP3 についてご説明頂きました。OpenHRP3 はマルチボディの動力学シミュレーションが可能で、人型だけでなく車輪などのモデルにも対応しているとのことでした。歩行シミュレーションでは、実験と完璧に一致するわけではないが、経験的にシミュレーションで安定に歩けば実機も歩くとのこと、制御系検討に十分有効なツールであるとのことでした。また、OpenHRP を開発中に思いついたとおっしゃられた「分解運動量制御」についてご説明されました。この制御により宇宙飛行士が無重力空間で手、足、体を使いながら方向転換するシミュレーションは大変興味深いものがありました。最後に、恐竜型ロボットの開発や HRP-4C のダンスプロジェクトなどとても面白い事例を紹介頂きました。なお、OpenHRP3 はオープンソースにより配布中とのこと、HRP-4C のモデルデータも提供可能とのことでした。



ご講演中の梶田先生

第3話 「バーチャルリアリティとシミュレーション」

東京大学の廣瀬通孝先生より、バーチャルリアリティとシミュレーションについてご講演頂きました。まず、新しいメディアとしてのバーチャルリアリティ技術について、そのルーツから現状までをご説明頂きました。次に、五感情報通信技術について説明されました。これまでは五感のうち、視覚、聴覚に技術が限定されてきたが、今後は触覚、味覚、嗅覚について研究の余地があり、それらの実験事例を紹介して頂きました。人間は触覚よりも視覚の影響が強く、視覚にだまされ易いため、それを応用した擬似触覚の事例は大変興味深いものがありました。そして、可視化とシミュレーション、実世界と情報世界についてご講演されました。立花隆氏の「百見は一体験にしかず」の言葉を紹介され、VR は見えないもの体験できないものを見えるように体験できるようにする技術として、東京が水没したときの状態を VR で表現する事例や、過去の風景写真より 3D で表現する事例を紹介されました。最後に、時間軸の可視化とライフログについてご説明頂きました。ライフログでは、TV 会議品質の画像で 1日 16時間 70年記録しても記憶量は 10TByte であり記録は容易であるが、それをどのように使っていくかが今後の研究で興味深いところでありました。マルチボディに基づくロボットの運動シミュレーションとは少し異なる分野でありましたが、シミュレーションのあり方について非常に興味深い内容でした。



ご講演中の廣瀬先生

第4話 「身体性に基づく社会的知能研究のためのシミュレータ SIGVerse」

国立情報学研究所の稲邑哲也先生より、身体性に基づく社会的知能研究のためのシミュレータ SIGVerse についてご講演頂きました。稲邑先生が代表幹事をされている社会的知能発生学研究会についてご紹介頂き、構成論的アプローチによる知能研究についてご説明されました。構成論的シミュレーションは、通常の物理的基礎方程式に基づくリアリスティックなシミュレーションと異なり、原理が分からない対象物の原理、因果関係を知りたいときに使われ、対象をつくって動かすことにより理解しようとする科学的方法論とのことで非常に興味深い手法と思われました。そして、現在開発を進めている社会的知能発生学シミュレータ SIGVerse についてご説明頂きました。SIGVerse は、物理・力学、知覚、コミュニケーションのシミュレーション機能があり、第2話で紹介された OpenHRP とも連携が可能とのことでした。応用例として、ロボットの協調作業としてお好み焼きをロボットと作るタスクや壁から物が落ちたときに共同で注意し行動を決定するタスクなどの例を紹介頂き、非常に面白い内容でした。SIGVerse はまだ出来たばかりとのことです。今後の発展が楽しみです。なお、SIGVerse も自由にダウンロード可能とのことです。



ご講演中の稲邑先生

第5話 「生体力学シミュレーションとその応用」

理化学研究所の姫野龍太郎先生より、生体力学シミュレーションとその応用についてご講演頂きました。まず、人体ボクセルモデルを使ったシミュレーションについて、眼球の緑内障のシミュレーションや骨のモデリング（大腿骨のインプラントシミュレーション）を例にご説明頂きました。次に、手術シミュレーションについてご紹介頂きました。眼球の網膜剥離治療シミュレーション、カテーテルを使った腹腔鏡下手術シミュレーション、超音波治療シミュレーション、がんの重粒子線治療シミュレーションなどの例を紹介されました。手術シミュレーションでは、力学的な精度は犠牲にして視覚を重視し、リアルタイム性が求められるとのことで、バーチャルリアリティの手法が用いられていると感じました。最後に、人体ボクセルモデルの構築手順と固体別モデリング技術の開発についてご紹介されました。生体力学、手術シミュレーションは、人命に絡んでいるため、ご紹介頂いた事例はどれもビジュアル的に優れており完成度が高く感じられ、非常に発展していると感じられました。



ご講演中の姫野先生

まとめ：

マルチボディに基づく運動シミュレーションのみならず、それとは異なる分野の先生方もお招きして、様々な分野での研究についてご講演頂きました。各分野でのシミュレーションの様々な使われ方、シミュレーションのあり方を知ることができ、非常に興味深い内容でした。各分野でシミュレーションの用途が異なると、そのモデル化手法や求められる精度などが異なり、用途に合ったシミュレーションモデルを作成することが肝要であることが分かりました。一方、共通する部分も多く、各分野でのシミュレーション技術が互いにリンクしてこれからも発展していくと思われます。今後、セミナーに参加された方々に少しでも先生方のご講演を生かして研究して頂き、シミュレーション分野がますます発展していくことを願っています。

最後に、ご講演頂きました講師の先生方、会場のご提供と運営にご協力頂きました東京電機大学知能機械システム研究室中村明生准教授と研究室の皆様、本セミナーに参加頂きました皆様に心より感謝の意を表します。

文責：坂本 守行（川崎重工業(株)）



第 67 回 ロボット工学セミナー

最新シミュレーション技術とロボティクス

日時：2011 年 10 月 24 日 (月) 10:00~17:50

会場：東京電機大学 神田キャンパス 11 号館 17F カシオホール (〒101-8457 東京都千代田区神田錦町 2-2)
※11 号館入口は少し分かりにくいです。本館玄関を通り、つきあたりを右に曲がり、数段の階段を下りて図書室脇のエレベータで 17F に上がって下さい。

アクセス：<http://atom.dendai.ac.jp/info/access/index.html>

http://atom.dendai.ac.jp/info/access/kanda_map.html

JR：御茶ノ水駅 (中央線・総武線) 徒歩 8 分 / 神田駅 (山手線・京浜東北線) 徒歩 8 分

地下鉄：淡路町駅 (丸ノ内線) B7 出口・徒歩 3 分 / 新御茶ノ水駅 (千代田線) B7 出口・徒歩 3 分 / 小川町駅 (都営新宿線) B7 出口・徒歩 3 分 / 神保町駅 (半蔵門線・都営三田線) A7 出口・徒歩 8 分 / 神田駅 (銀座線) 1 番出口・徒歩 8 分 / 竹橋駅 (東西線) 3B 出口・徒歩 8 分

定員：60 名 (定員になり次第締め切ります)

参加費：会員 / 協賛学会員 8,400 円, 学生 (会員, 非会員問わず) 4,200 円, 会員外 12,600 円 (税込)

口上：物体の運動を仮想空間内で模擬する運動シミュレーション技術は、ロボットや車両、各種機械などの設計検討だけでなくバーチャルリアリティや人体、知能の解明など様々な分野の研究に有効なツールとして用いられています。本セミナーでは、各分野で著名な先生方をお招きし、マルチボディダイナミクス理論をはじめ、ヒューマノイドロボット、バーチャルリアリティ、社会的知能、生体力学の各研究を対象としたシミュレーション技術について、基礎から応用、最新トピックまで分かりやすく紹介して頂きます。現在シミュレーションを実施されている方だけでなく、これからシミュレーションを行われる方やシミュレーションにご興味のある方も奮ってご参加ください。
オーガナイザー：坂本 守行 (川崎重工工業株式会社)

第 3 話 バーチャルリアリティとシミュレーション

13:40~14:55

東京大学 廣瀬通孝

バーチャルリアリティ技術とシミュレーション技術は不可分の関係にあるとは言えるものの、両者は登場した時代も違うし、軸足も違っている。とくに、シミュレーションの結果をどう有効に人間に伝えるかの部分が大きくクローズアップされたのがバーチャルリアリティの技術である。たとえば、シミュレーションの結果そのものの正確さよりは、結果と人間との動的インタラクションの正確さのほうが重要となる。本講演では、その誕生から 20 年をすぎようというバーチャルリアリティ技術の現状を紹介するとともに、それによって生み出されつつある新しいシミュレーション概念についても考えたいと思う。

<休憩>

14:55~15:00

WEB サイト：「日本ロボット学会主催・共催行事 最新情報」よりご確認ください。

<http://www.rsj.or.jp/events/index.html>

講演内容：

<開会挨拶・講師紹介> 10:00~10:05

第 1 話 マルチボディダイナミクスの基礎と応用

10:05~11:20

東京理科大学 杉山博之

ロボット、自動車、鉄道車両、各種産業機械や宇宙機器など、多くの機械システムは各部品がジョイント拘束や接触、摩擦などの力要素を介して複雑に結合されることにより所望の運動を実現している。このような複雑な機械システムの運動およびそれによって発生する力を正確に予測し、設計開発に役立てるためには、マルチボディダイナミクス理論に基づく非線形動力学解析が必要不可欠である。そこで本講演では、マルチボディダイナミクスおよびその数値解法について、その特徴と理論的背景を解説する。さらに、マルチボディダイナミクスにおける弾性体のモデル化手法 (有限要素法との連成問題) や多体系における各種接触問題の定式化手法について、その解析事例を含めて紹介する。

<休憩>

11:20~11:25

第 2 話 ヒューマノイドロボット研究におけるシミュレーション利用技術

11:25~12:40

産業技術総合研究所 梶田秀司

産業技術総合研究所におけるヒューマノイドロボット研究から生まれた汎用動力学シミュレータである OpenHRP3 と、これを用いて行ってきたロボット開発、動作生成、安定化制御技術について説明する。また、OpenHRP3 によるシミュレーション結果が、実際のロボットを用いた実験とどの程度合うのか、あるいは合わないのかについて紹介する。

<休憩 (昼食)>

12:40~13:40

第 4 話 身体性に基づく社会的知能研究のためのシミュレータ SIGVerse

15:00~16:15

国立情報学研究所 稲邑哲也

知能ロボットの開発には人間や動物の知能のメカニズムを知ることが一つの有力な手段であるが、その知能の機能的側面は、身体と環境との物理的相互作用および個体間の社会的相互作用の 2 種類の相互作用の持つ効果を理解する必要がある。そのためには、認知科学、発達心理、脳科学、複雑系等の様々な分野の知見を統合しながら、ロボットやシミュレーションなどを用いた構成論的・計算論的アプローチに基づいた研究が必要となる。しかし、実機ロボットを用いた長時間にわたる社会的身体的インタラクション実験はコストが膨大となってしまふ。そこで、力学シミュレーション、エージェントの身体性に基づく知覚シミュレーション、エージェント同士のコミュニケーションをシミュレーションする機能を統合した、社会的知能研究を推進することのできるシステムの構築について解説する。

<休憩>

16:15~16:30

第 5 話 生体力学シミュレーションとその応用

16:30~17:45

理化学研究所 姫野龍太郎

MRI や CT などの医療画像測定装置から種々の器官や骨、血管をセグメント化した人体モデルを作成、これを元に種々のシミュレーションを行って、手術の事前検討やトレーニングを行う研究を行っている。本講演では、これらの過程における臓器抽出の方法の他、これまでに開発した血管内治療でのシミュレーションや、横浜市立大学・三菱プレシジョン(株)と開発している内視鏡下での手術シミュレーション、腫瘍治療のために東大と開発を行っている収束超音波の制御に関するシミュレーション、同じく東大と開発を行っている重粒子線治療シミュレーションなどの例を紹介する。

<閉会挨拶>

17:45~17:50