

[パネル討論招待講演]

コンテンツ制作における機械学習の可能性について

—モーションのキーフレーミングを例として—

1

慶應義塾大学 大学院理工学研究科 宮澤 篤 (藤代研究室・博士2年)

第100回オーディオビジュアル研究会情報処理研究委員会 2018/3/6

機械学習 (Machine learning) とは？

2

- 明示的にプログラムされなくても、機械に学習する能力を与えること
 - コンピューターに何かをさせたいときに、何をすべきかを正確に伝えるコードを書いている
 - しかし、機械学習のアイデアを使って、いくつかの例を見るだけで、何をすべきかを学ぶことができるようになる
- 基本用語と概念
 - テンソル: ニューラルネットワークが直接取り扱える形式
 - レイヤー: テンソルを入力として処理を行い、別のテンソルを出力するステップ (多くの可変変数を含む)
 - 特徴イン グラフ: 層を積み重ねて形成したもの
 - トレーニングデータ: ネットワークを訓練するためのデータ
 - 損失関数: 学習実行の上での評価関数

第100回オーディオビジュアル研究会情報処理研究委員会 2018/3/6

機械学習 (Machine learning) とは？ (続き)

3

- オープンソースソフトウェア
 - TensorFlow (Python, C++, CUDA)
- ソフトウェアスイート
 - Amazon Machine Learning, Mathematica, MATLAB, Microsoft Azure Machine Learning

第100回オーディオビジュアル研究会情報処理研究委員会 2018/3/6

Wolfram Technology Conference 2017

Champaign, IL
(Home of Wolfram's Headquarters) October 17-20, 2017

4

2017/10/17-20にカリフォルニア州のウルフラム・リサーチ本社にて開催された計算テクノロジーカンファレンス

第100回オーディオビジュアル研究会情報処理研究委員会 2018/3/6

Wolfram Technology Conference 2017 (Cont'd)

- Conference Tracks
 - Data Science
 - Education
 - Engineering/Science
 - Math
 - Software Development
 - Visualization/Image Processing

第100回オーディオビジュアル融合情報処理研究委員会 2018/3/6

Demonstration (Fantastic_Neural_Networks_and_Where_to_Find_Them)

第100回オーディオビジュアル融合情報処理研究委員会 2018/3/6

「信号」という用語に含まれるもの

- IEEE Transactions on Signal Processing states that the term "signal" includes:
 - audio
 - video
 - speech
 - image
 - communication
 - geophysical
 - sonar
 - radar
 - medical
 - musical signals

第100回オーディオビジュアル融合情報処理研究委員会 2018/3/6

「信号」という用語に含まれるもの(続き)

- (画像を)分類する特徴抽出による(汎用の)オブジェクト分類
 - オブジェクトのサブタイピング (subitizing)※
 - シーンの認識
 - 位置情報 (geolocation)
 - ※オブジェクトの数を、迅速かつ正確に、数えずに把握すること
- (画像を)処理する
 - カラライゼーション(モノクロの画像に後から色をつける)
 - 奥行きマップの推定、当てはめ(回帰)
 - スタイルの転送(リスタイリング)

第100回オーディオビジュアル融合情報処理研究委員会 2018/3/6

モーションデータのキーフレーミング

9

- ・アニメーションからの特徴抽出 (キーフレーミング)

ATKINS: AuTomatic Keyframe Identification Strategy (ファンクションカーブの高程差分を階段化することによって、キーフレームを逐次的に抽出する高速なアルゴリズム)

- ・アニメーションのリスタイリング

楽しく歩く - 歩く = “楽しく-”
走る + “楽しく-” = 楽しく走る？



第100回オーディオビジュアル総合情報処理研究委員会 2018/3/6

コンピューターアニメーションの技術

10

- ・キーフレーミングによるモーションデザイン (Motion Design)
 - ・アニメーターが、オブジェクトのキーフレームをいくつか決定する (コンピュータが欠けているフレームを埋める)
 - ・細かい動きまで制御できる
 - ・その結果が自然に見えるかどうかは、アニメーターが確かめなければならない
- ・モーションキャプチャー (Motion Capture)
 - ・比較的簡単に人の動きを記録できる

第100回オーディオビジュアル総合情報処理研究委員会 2018/3/6

コンピューターアニメーションの技術 (続き)

11

- ・物理シミュレーション (Simulation using the laws of physics) によるモーション計算 (Motion Computation)
 - ・物理法則を用いて人物などのオブジェクトの動きを作る
 - ・自動的に動きを作り出すことができるが、細かい調整を行う余地があまりない
- ・動的な変形 (Dynamic Deformation)

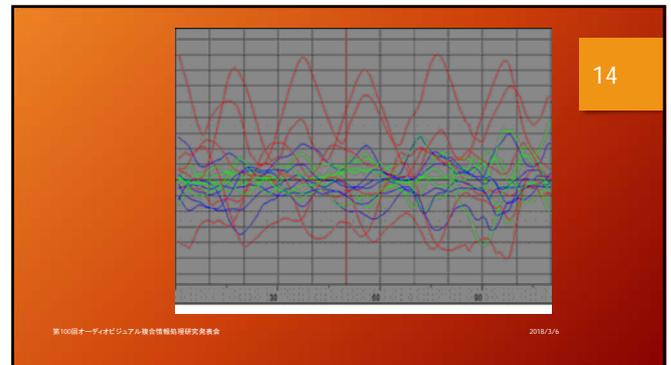
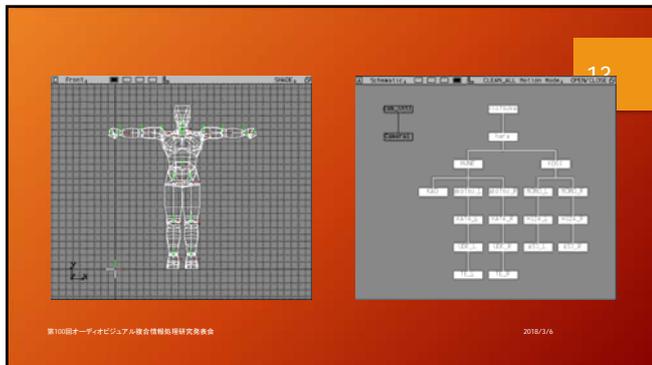
第100回オーディオビジュアル総合情報処理研究委員会 2018/3/6

モーションキャプチャーのいくつかの問題

12

- ・ゲームプログラムで表現するには“非常に密 (very dense)”である
 - ・動きの微妙な点をなくさない限りにおいて、データを減らす必要がある
- ・派生的なモーションに関しては“非常に疎 (very sparse)”である
 - ・訓練されたアーティストの気配りが必要

第100回オーディオビジュアル総合情報処理研究委員会 2018/3/6



キーフレーム選定のための方法論

15

- 本質的には m 次スプライン関数の最適な節点を求める方法である
- 従来は実験によって確認していく試行錯誤の繰り返しによる方法※に頼るほかない状況であった

※ファジィ概念、遺伝的アルゴリズムやシミュレーテッド・アニーリング法などのヒューリスティクスを含む

第100回オーディオビジュアル総合情報処理研究委員会 2018/3/6

キーフレーム選定のための方法論(続き)

16

- 最適キーフレームの自動決定技術(ATKINS: AuTomatic Keyframe IdeNtification Strategy)は、解析的なアプローチによる圧縮方法である
- 「(モーションデータの)高階差分商の階段関数近似」によるリアルタイムなキーフレーミング(特開2000-106529)

第100回オーディオビジュアル総合情報処理研究委員会 2018/3/6

18

目次

1. はじめに

2. 運動LODの定義

3. 運動LODの拡張

4. 運動LODの実装

5. 結論

6. 参考文献

7. 謝辞

8. 連絡先

9. 問い合わせ先

10. 著作権

11. 謝辞

12. 謝辞

13. 謝辞

14. 謝辞

15. 謝辞

16. 謝辞

17. 謝辞

18. 謝辞

19. 謝辞

20. 謝辞

21. 謝辞

22. 謝辞

23. 謝辞

24. 謝辞

25. 謝辞

26. 謝辞

27. 謝辞

28. 謝辞

29. 謝辞

30. 謝辞

31. 謝辞

32. 謝辞

33. 謝辞

34. 謝辞

35. 謝辞

36. 謝辞

37. 謝辞

38. 謝辞

39. 謝辞

40. 謝辞

41. 謝辞

42. 謝辞

43. 謝辞

44. 謝辞

45. 謝辞

46. 謝辞

47. 謝辞

48. 謝辞

49. 謝辞

50. 謝辞

51. 謝辞

52. 謝辞

53. 謝辞

54. 謝辞

55. 謝辞

56. 謝辞

57. 謝辞

58. 謝辞

59. 謝辞

60. 謝辞

61. 謝辞

62. 謝辞

63. 謝辞

64. 謝辞

65. 謝辞

66. 謝辞

67. 謝辞

68. 謝辞

69. 謝辞

70. 謝辞

71. 謝辞

72. 謝辞

73. 謝辞

74. 謝辞

75. 謝辞

76. 謝辞

77. 謝辞

78. 謝辞

79. 謝辞

80. 謝辞

81. 謝辞

82. 謝辞

83. 謝辞

84. 謝辞

85. 謝辞

86. 謝辞

87. 謝辞

88. 謝辞

89. 謝辞

90. 謝辞

91. 謝辞

92. 謝辞

93. 謝辞

94. 謝辞

95. 謝辞

96. 謝辞

97. 謝辞

98. 謝辞

99. 謝辞

100. 謝辞

19

3Dアニメーション定義における拡張されたLOD(モーションLOD)について

J-34 Motion LOD : Extending Level-of-Detail Concept to Computer Character Animation

宮沢 篤 MIYAZAWA Atsushi,
増山 隆司 MASUYAMA Takashi,
奥澤 和則 OKUZAWA Kazunori /
(株)ナムコム コンピュータセンター事業
開発グループ NAMCO LIMITED,
苗村 久美子 NAEMURA Kumiko /
(株)ナムコムCTバーナーCT技術環境グ
ループ
情報科学技術フォーラム—般講演論文集
2002(3), 269-270, 2002-09-13

第100回オーディオビジュアル総合情報処理研究委員会

Motion LOD: Extending Level-of-Detail Concept to Computer Character Animation
宮沢 篤 Atsushi Miyazawa, 増山 隆司 Takashi Masuyama, 奥澤 和則 Kazunori Okuzawa, 苗村 久美子 Kumiko Naemura
NAMCO LIMITED, KANAGAWA, Japan

図1: 運動LODの定義

図2: 運動LODの拡張

図3: 運動LODの実装

図4: 運動LODの検証

図5: 運動LODの応用

図6: 運動LODの未来

図7: 運動LODのまとめ

図8: 運動LODの参考文献

図9: 運動LODの謝辞

図10: 運動LODの問い合わせ先

図11: 運動LODの著作権

図12: 運動LODの謝辞

図13: 運動LODの謝辞

図14: 運動LODの謝辞

図15: 運動LODの謝辞

図16: 運動LODの謝辞

図17: 運動LODの謝辞

図18: 運動LODの謝辞

図19: 運動LODの謝辞

図20: 運動LODの謝辞

図21: 運動LODの謝辞

図22: 運動LODの謝辞

図23: 運動LODの謝辞

図24: 運動LODの謝辞

図25: 運動LODの謝辞

図26: 運動LODの謝辞

図27: 運動LODの謝辞

図28: 運動LODの謝辞

図29: 運動LODの謝辞

図30: 運動LODの謝辞

図31: 運動LODの謝辞

図32: 運動LODの謝辞

図33: 運動LODの謝辞

図34: 運動LODの謝辞

図35: 運動LODの謝辞

図36: 運動LODの謝辞

図37: 運動LODの謝辞

図38: 運動LODの謝辞

図39: 運動LODの謝辞

図40: 運動LODの謝辞

図41: 運動LODの謝辞

図42: 運動LODの謝辞

図43: 運動LODの謝辞

図44: 運動LODの謝辞

図45: 運動LODの謝辞

図46: 運動LODの謝辞

図47: 運動LODの謝辞

図48: 運動LODの謝辞

図49: 運動LODの謝辞

図50: 運動LODの謝辞

図51: 運動LODの謝辞

図52: 運動LODの謝辞

図53: 運動LODの謝辞

図54: 運動LODの謝辞

図55: 運動LODの謝辞

図56: 運動LODの謝辞

図57: 運動LODの謝辞

図58: 運動LODの謝辞

図59: 運動LODの謝辞

図60: 運動LODの謝辞

図61: 運動LODの謝辞

図62: 運動LODの謝辞

図63: 運動LODの謝辞

図64: 運動LODの謝辞

図65: 運動LODの謝辞

図66: 運動LODの謝辞

図67: 運動LODの謝辞

図68: 運動LODの謝辞

図69: 運動LODの謝辞

図70: 運動LODの謝辞

図71: 運動LODの謝辞

図72: 運動LODの謝辞

図73: 運動LODの謝辞

図74: 運動LODの謝辞

図75: 運動LODの謝辞

図76: 運動LODの謝辞

図77: 運動LODの謝辞

図78: 運動LODの謝辞

図79: 運動LODの謝辞

図80: 運動LODの謝辞

図81: 運動LODの謝辞

図82: 運動LODの謝辞

図83: 運動LODの謝辞

図84: 運動LODの謝辞

図85: 運動LODの謝辞

図86: 運動LODの謝辞

図87: 運動LODの謝辞

図88: 運動LODの謝辞

図89: 運動LODの謝辞

図90: 運動LODの謝辞

図91: 運動LODの謝辞

図92: 運動LODの謝辞

図93: 運動LODの謝辞

図94: 運動LODの謝辞

図95: 運動LODの謝辞

図96: 運動LODの謝辞

図97: 運動LODの謝辞

図98: 運動LODの謝辞

図99: 運動LODの謝辞

図100: 運動LODの謝辞

19

機械学習によるアニメーションの特徴抽出

- 数式モデルの導入
 - 微分フィルタによる離散化誤差の拡大(ATKINSの問題点)
- 誤差関数の定義(最小二乗条件)
- パラメータの推定(勾配降下法?)

第100回オーディオビジュアル総合情報処理研究委員会 2018/3/6

20

機械学習によるアニメーションの特徴抽出(続き)

- ゲーム開発にディープラーニングを活用するための実証実験として、キーフレームを自動で取り出す研究を行ない、成果を論文などで発表する
 - ニューラルネットの子ペロップとゲームシステムへのデプロイ
 - ツールの整備を目標にしながら、本格的な技術研究に繋げる
 - ユーザ事例としてパブリシティしたり、開発環境としてソフトウェアが購入される機会を得る

第100回オーディオビジュアル総合情報処理研究委員会 2018/3/6

フォトリアスティックと VR を完璧に融合した NVIDIA HOLODECK (GTC Japan 2017)

21

NVIDIAは、12月12日(火)、13日(水)の2日間、日本最大のGPUテクノロジーイベント「GTC (GPU テクノロジカンファレンス) Japan 2017」を、ヒルトン東京お台場会場にて開催。

フォトリアスティックなVRと精密な物理シミュレーションを融合したHoloDeck(ホロデッキ)が改めて紹介され、このホロデッキが「様々なニューラルネットの学習環境になる」と宣言された。

このことから、「AIを育てる3DCG」という新たな切り口が、今後、急浮上してくると思われる。



ANNOUNCING NVIDIA HOLODECK
Design Lab of the Future

HOLODECK READY FOR AI
PHYSICALLY SIMULATED TRAINING ENVIRONMENT

SAAC LAB - BUILD IN HOLODECK

第100回オーディオビジュアル総合情報処理研究委員会 2018/2/6

まとめ

22

- 信号処理における、従来からのアドホックな(その場しのぎの)手法のほとんどは、機械学習によるヒューリスティクスに置き換えることができる(ただし、現在のところは、オフライン処理が中心)
- オンラインリアルタイム処理では、計算結果の正しさが保証されるアルゴリズムを用いて計算する
- 基本的な数学の知識と技法に基づいた「解析的な方法」が先で、その数学モデルを前提に、ヒューリスティクスによる「発見的な方法」を行うのが基本になる

第100回オーディオビジュアル総合情報処理研究委員会 2018/2/6

正誤表

下記の箇所に誤りがございました。お詫びして訂正いたします。

訂正箇所	誤	正
1 ページ 最初のス ライド	慶應義塾大学 大学院理工学研究科 宮澤 篤 (藤代研究室・博士2年)	慶應義塾大学工学部情報工学科 藤代研究室 宮澤 篤, 藤代 一成