

GitHub リポジトリ解説

<https://github.com/tk-yoshimura>

吉村 拓馬

※ 個人研究および OSS 活動の成果物

全 20 ページ

TensorShader

[GitHub](#)[Nuget](#)

- ニューラルネットワークフレームワーク

- TensorShaderCudaBackend

- マネージコード (.NET6) から GPU ルーチン呼び出すラッパー

- NVIDIA cuda シェーダプログラムのコンパイル・実行

- NVIDIA cudnn ニューラルネットワークのレイヤー処理の実行

- NVIDIA cublas GPU 上の BLAS の実行

- TensorShader

- GPU メモリ管理、シェーダプログラムの動的コード生成

- 逆伝搬の定義、計算フローの最適化

MultiPrecision

- 任意倍浮動小数点演算ライブラリ

GitHub

Nuget

- 計算コストの大きい積を AVX2 によるベクトル演算高速化
- 三角関数、指数関数など基本的な関数だけでなく
ガンマ関数、誤差関数を 2462 桁まで
実数次のベッセル関数を 612 桁まで正確に計算
- 検証が終わるまで 20 分もかかる膨大なテストケース

DoubleDouble

- Double-Double 演算 準 4 倍精度浮動小数点演算ライブラリ

GitHub

Nuget

- Double-Double 演算
倍精度浮動小数点数を 2 つ組み合わせることで
30-31 桁の有効桁数を実現する演算手法
- Boost 以上 Wolfram 以下の特殊関数実装数（ほとんど A&S[†]を網羅）
ガンマ関数、ベータ関数、誤差関数、逆誤差関数、虚数誤差関数
ベッセル関数、エアリー関数、シュトルーベ関数、ポリログ関数
楕円積分、ヤコビ楕円関数、三角積分関数、指数積分関数
実数軸上のリーマンゼータ関数、ディリクレイータ関数、直交多項式 etc.
- 連分数、パデ近似、漸化式、算術幾何平均、
ガウス-ルジャンドル求積、ガウス-ルゲール求積などを用い計算

[†] A&S: アメリカ国立標準技術研究所 Abramowitz 氏、Stegun 氏が編集した数学参考書の通称。数学界において最も引用頻度の多い資料の一つ。
正式名称は“Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs, and Mathematical Tables”。

DoubleDouble / MultiPrecision サブセット

GitHub

Nuget

- **Algebra / MultiPrecisionAlgebra**

- 線形代数
逆行列、擬似逆行列、LU 分解、QR 分解、
特異値分解、固有値 / 固有ベクトル
といった基本的な行列・ベクトル計算を比誤差 10^{-28} 以下で実行可

- **CurveFitting / MultiPrecisionCurveFitting**

- 曲線フィッティングライブラリ
最小二乗法による多項式・有理関数近似
Gauss-Newton 法, Levenberg-Marquardt 法による任意関数パラメータ推定
M 推定によるロバスト曲線フィッティング

DoubleDouble / MultiPrecision サブセット

GitHub

Nuget

- **DoubleDoubleIntegrate / MultiPrecisionIntegrate**
 - 数値積分
ガウス求積、ガウス-クロンロッド適応型求積、ロンバーグ積分
- **DoubleDoubleDifferentiate / MultiPrecisionDifferentiate**
 - 数値微分
中心型、前方型
- **DoubleDoubleRootFinding / MultiPrecisionRootFinding**
 - 求根アルゴリズム
- **DoubleDoubleODE**
 - 常微分方程式ソルバー
- **DoubleDoubleComplex**
 - 複素・四元数
- **DoubleDoubleGeometry**
 - 幾何学処理

DoubleDoubleStatistic

GitHub

Nuget

- 統計ライブラリ

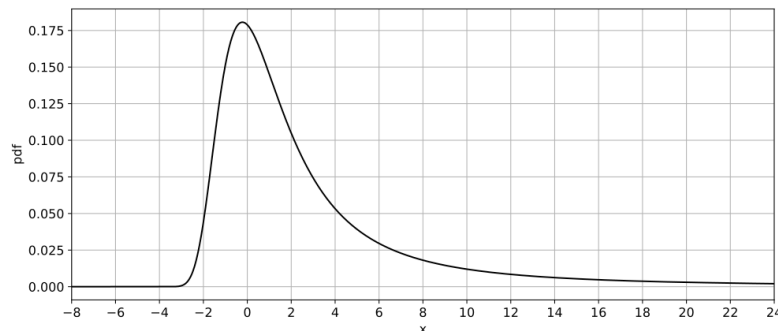
- 98 もの統計分布の
確率密度分布、累積分布関数、分位関数、
中央値、最頻値、歪度、尖度、エントロピー、乱数生成、フィッティング
- 計算精度 28-30 桁を保証
- Scipy, Wolfram alpha でも実装されていない
単純な閉形式で表現できない
Landau, Map-Airy, Holtsmark, SaS $\alpha=1/2$ の 4 種の安定分布も実装
 - Boost 実装に反映
- 高精度計算、特殊関数、関数補間、
数値積分、複素計算の集大成的ライブラリ

LandauDistribution

GitHub

DOI

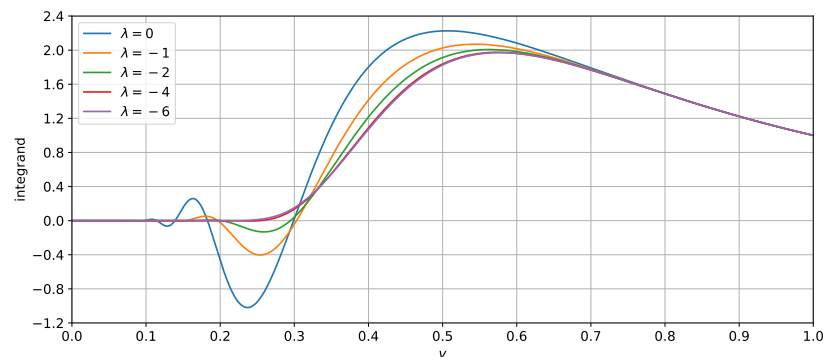
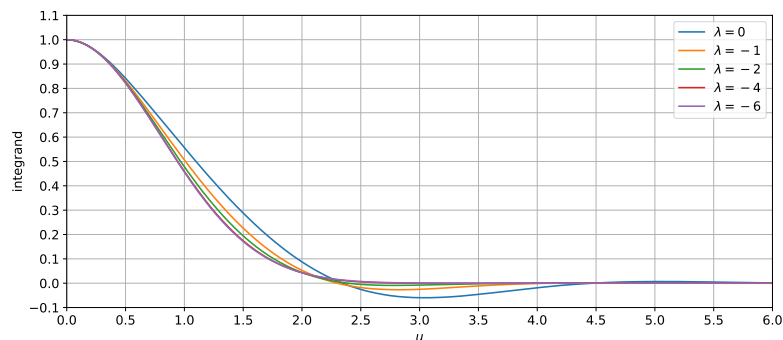
- ランダウ分布：
高エネルギー粒子が金属箔を通過した際に生じる
エネルギー損失量の分布 Lev Landau(1944)
- 確率密度関数・累積密度分布の真値を生成する検証リポジトリ
- 確率密度関数が積分式であるため、求めるのが結構大変
- 私の実装が **Boost** および **Scipy** に採用されています



Gauss-Kronrod

GitHub

- ガウス - クロンロッド求積
個人的に好きなアルゴリズムの一つ
精度保証付き適応型積分法で用いられる
スティルチェス多項式のゼロ点と重みの算出
- 変数変換を用いれば積分区間が無限であっても計算可



ExRandom

[GitHub](#)[Nuget](#)

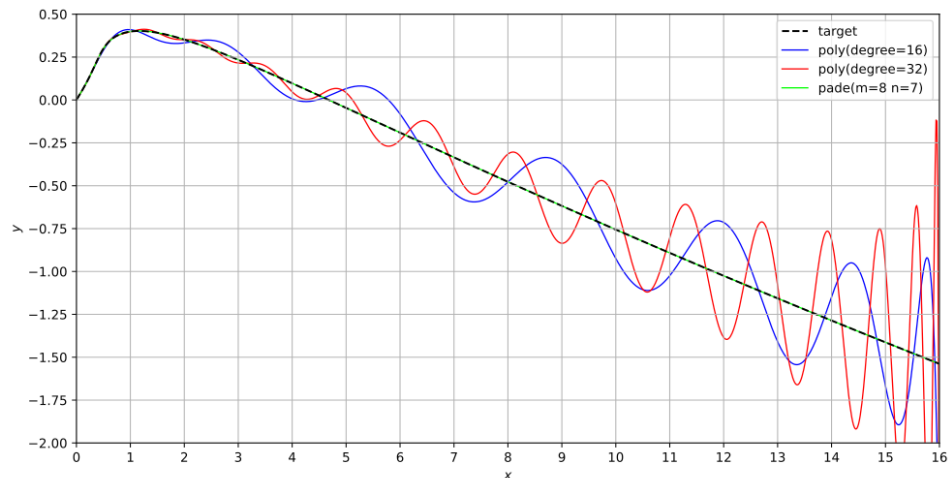
- 確率変数生成ライブラリ

- メルセンヌ・ツイスタによる疑似乱数生成
- 連続確率分布 : 39 種
ランダウ分布といった高エネルギー物理学に使われる分布まで
- 離散確率分布 : 10 種
超幾何分布も実装
- 多次元変数確率分布 : 8 種
フォンミーゼス・フィッシャー分布も実装
- 時系列確率変数
BlueNoise, PinkNoise など、べき減衰定数 $\alpha \in [-2, 2]$ のカラーノイズ生成

Padé Approximation / Interpolation

GitHub

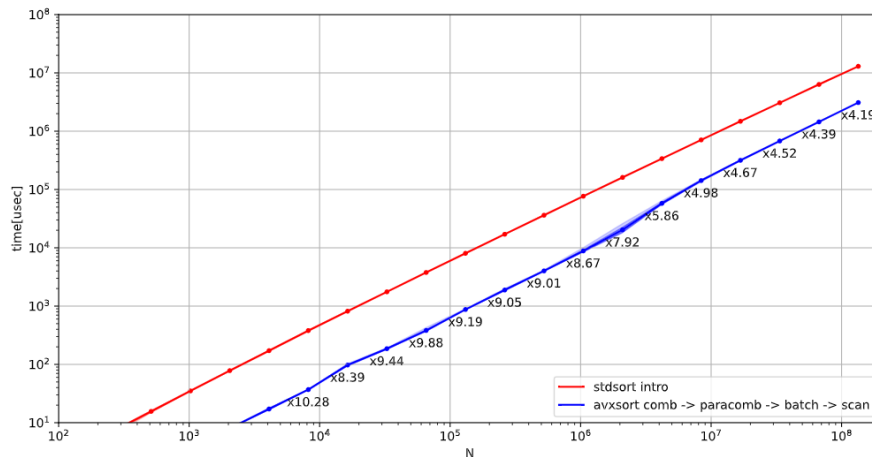
- パデ近似・補間の導出過程
個人的に好きなアルゴリズムの一つ
多項式補間で生じるルンゲ現象を起こすことなく回帰できるスグレモノ
ただし級数が急速に発散するケースで顕著になるが
意図しない極が生じることもある



SIMDSort

GitHub

- AVX2 のソートアルゴリズム研究
いかにパイプライン処理させるか、どう命令を組み合わせたのが効率的か
いろいろ試した結果、`std::sort` の 10 倍速を達成



その他のライブラリ

GitHub

Nuget

- **Clustering** : クラスタリングライブラリ
 - Kernel-SVM, K-means の実装
- **GameTreeSearch** : ゲーム木探索ライブラリ
 - alpha-beta 法, IDDFS 法の実装
状態と評価値を定義するだけでどのようなゲーム木も解ける
ReversiWPF にソフトウェア実装
- **PNGReadWrite**
 - DeepColor(16x4bit) 対応 PNG 入出力ライブラリ
PNG Suite(PNG 全規格ファイル) によるテストを通過

その他のライブラリ

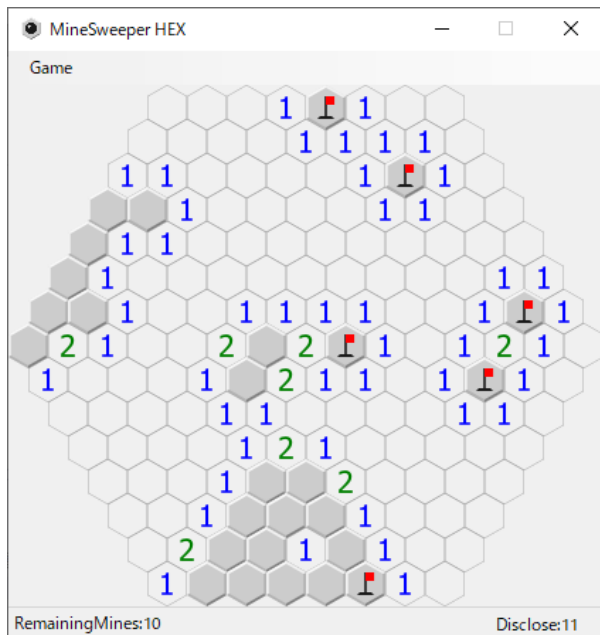
- **ShapeFitting** : 形状フィッティングライブラリ
 - 直線、円、楕円に対するフィッティング
(ラグランジュ未定乗数法)
 - M 推定によるロバスト曲線フィッティング
- **Spline** : 3 次カーディナルスプライン補間ライブラリ
 - Catmull-Rom、Akima スプライン
- **Geometry** : 基本的な幾何ライブラリ
 - 交点・交線・交円を計算

GitHub

Nuget

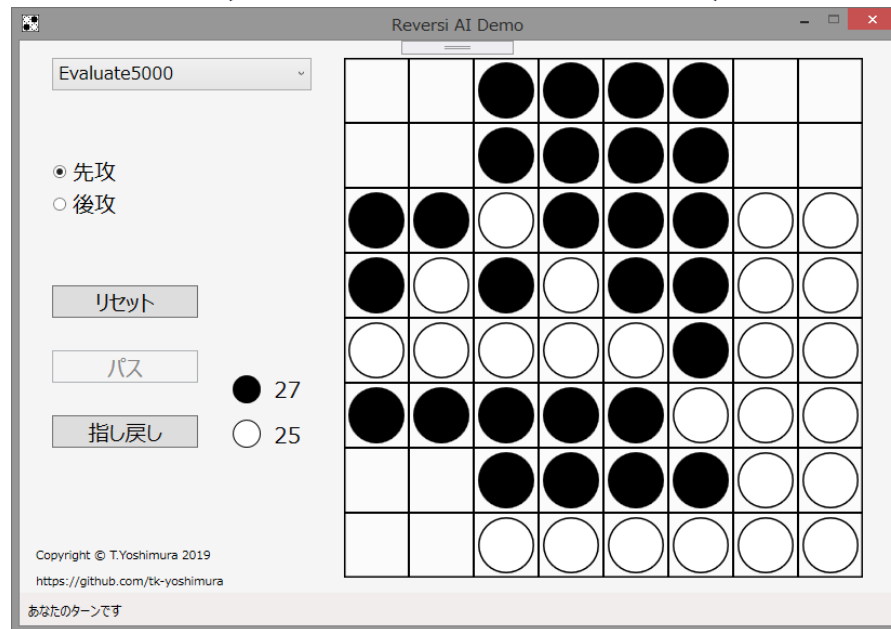
ミニゲーム

- MineSweeperHEX
六角マインスイーパー



- ReversiWPF
リバーシ (ゲーム木のテスト)

GitHub

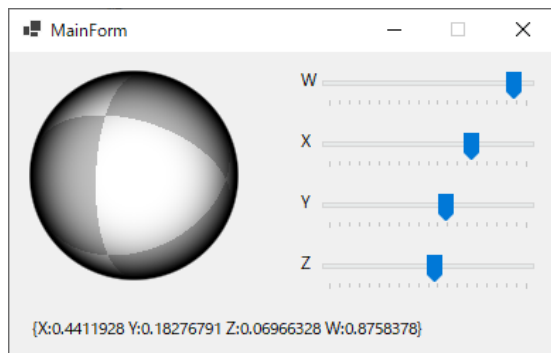


GUI コントロールパーツ (WinForms)

- TrackBall

三次元上の回転を
四元数を内部表現として実装

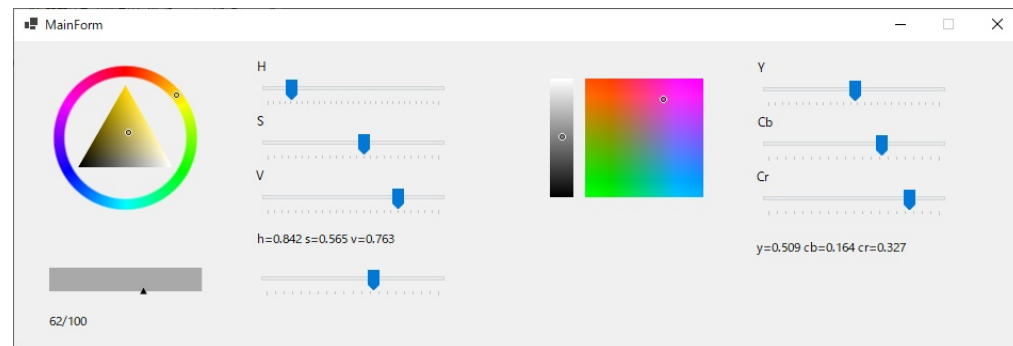
四元数はオイラー角とは異なり
ジンバルロックが
起きないことが利点



- ColorPicker

HSV, YCbCr 色空間から
特定の色を選択できる UI

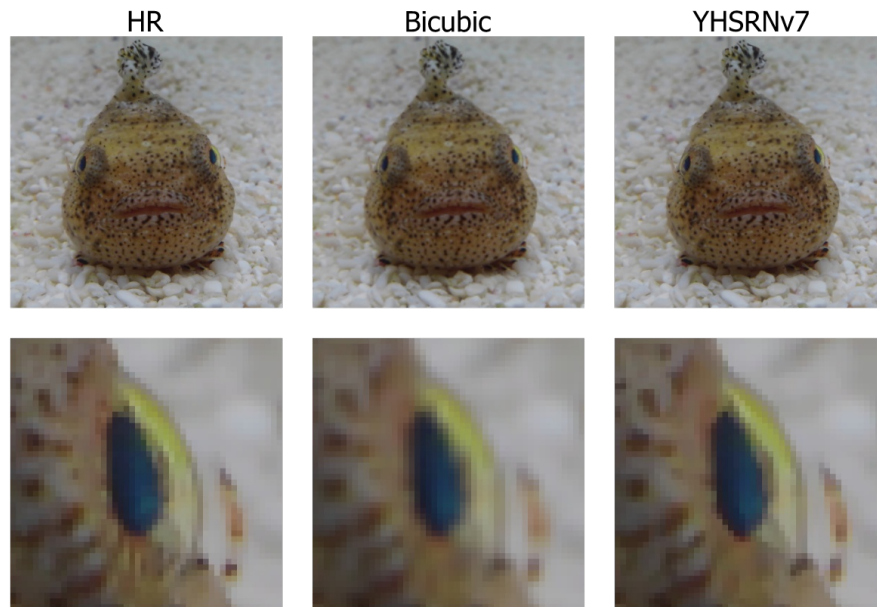
ダブルバッファにより
UI のサイズにもよるが
チラツキのない描画を実現



GitHub

Nuget

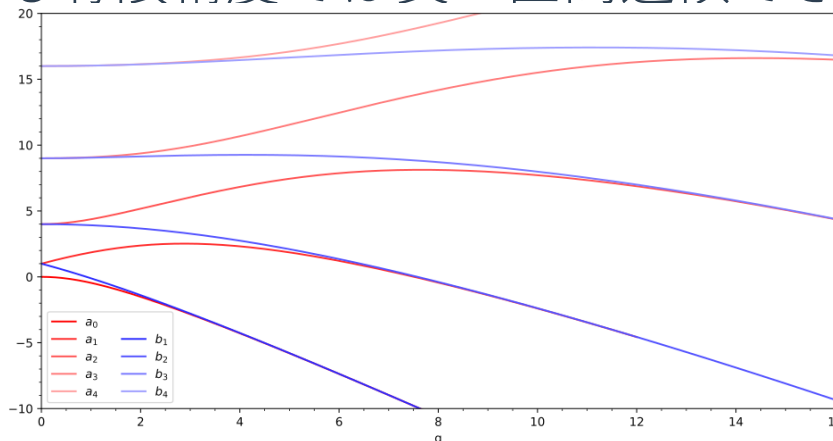
- 非線形斉次応答性 単一画像超解像モデル (JSAI2021 で口頭発表)
- 単一画像超解像モデルの学習には大量の高解像度写真が必要
→ 入手困難な場合も
- 斉次応答性の制約を与えるよう
活性化関数を工夫
→ 近傍エッジパターンに
線形応答することで
疑似生成画像のみで
実画像も超解像できるように
- その他投稿論文は ORCID を参照
<https://orcid.org/0000-0001-9224-1757>



MathieuFunction

GitHub

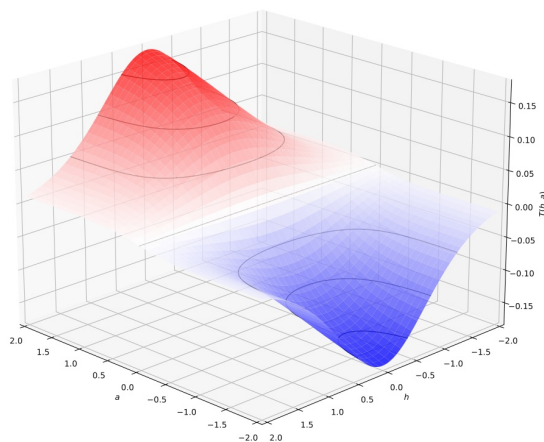
- マシュー関数における固有値
(収束と発散の境界、特性値 q に対し可算個しかない) の計算・近似
- q に対応する可算個の a を小さい順に並べた固有値関数 $a_n(q)$
 n が大きくなると、級数が急速に発散するため
padé 近似を用いても有限精度では長い区間近似できない



OwenT

GitHub

- 2変数標準正規分布の重積分値 (誤差関数の2次元版) の真値を生成する検証リポジトリ
- 既存のアルゴリズムは倍精度を超える精度では桁落ちが生じる
任意倍浮動小数点でガウス求積法を用い、真値を検証
→ Double-Double 用に実装



*PolynomialRoot

GitHub

- ガウス求積法に必要な直交多項式の根の計算
個人的に好きなアルゴリズムの一つ
積分点が等間隔の求積法よりも少ない計算で
区間的ないし、無限遠点まで関数を積分することができる
ただし、関数の減衰特性を見定めなければ、期待通りの結果にはならない

