



S³ Simulation System

S³ Simulation System 新機能紹介 ～実験計画法と並列化～

2012年11月22日
株式会社数理システム
s3-info@msi.co.jp

内容

- ・ シミュレーション
- ・ 実験計画法
 - Genetic Algorithmを用いた最適計画
- ・ S³ Simulation System 紹介
 - 実験計画
 - 並列実行
- ・ まとめ



シミュレーション

現実のシステムをモデル化(模擬)し、
その振る舞いを分析・予測する問題解決手法

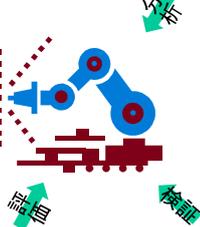
現実の複雑なシステム



目的により
特徴を抽出し
簡略化

モデル化

モデル



シミュレーションのメリット

- ・ 実際のシステムで試すには時間・費用が掛かる
- ・ 実際のシステムが存在しない
- ・ 問題が複雑で解けない
- ・ 複数の解を比較したい



挙動の確認

モデルを調べることで実際のシステムの挙動や、様々な量を(条件を変えながら)分析可能

不確定要素の影響の調査

確率的に変動する要因を持ったシミュレーションを行ない、その結果を統計的に分析し問題解決の糸口に

シミュレーションの種類

- ・ 離散イベントシミュレーション
 - 状態変化が離散的に発生するような現象をシミュレートする
 - ・ 排他的なサービスを利用するために発生する待ち行列の時間変化シミュレーションなど
- ・ 連続型シミュレーション(システムダイナミクス)
 - 状態量が連続的に変化するような現象をシミュレートする
 - ・ 微分方程式であらわされたモデルにおける各状態量の時間変化シミュレーションなど
- ・ エージェントシミュレーション
 - 全体の挙動をエージェントの挙動からシミュレートする
 - ・ 一定のルールに従い自律的に行動するエージェントが、相互に作用し合いながら行動する事によって生じる現象のシミュレーションなど
 - ・ 多数のエージェントからなる仮想的な世の中を構築する

実験

- ・ 実験
 - 仮説や理論を検証するために、様々な条件で測定を行う事
 - 観察とは対象のありのままを測定することであるが、実験では条件を人為的に制御して、結果を測定する
- ・ 実験計画
 - 様々な要因がどのように結果に影響するかの仮説を立て、攪乱要因により結果が歪められないような実験の配置を考えること。
- ・ 実験計画法
 - 実験計画を行うための理論的な方法



実験計画法とは



実験計画法

シミュレーションでは What if 的に分析をするが、属人的に調べるパターンを決めるのでは無駄が多い。実験計画法とは効率の良い実験をデザインするための方法である。効率的な実験とは、少ない回数で抜けや重複がなく、様々なケースを試すことが出来る実験である。

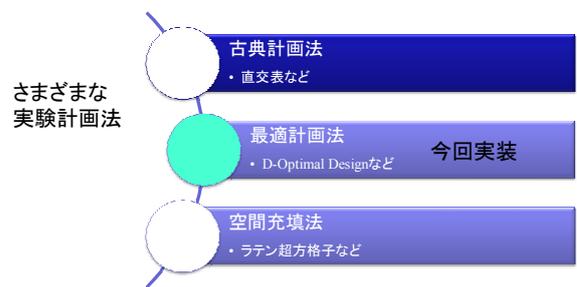
2012/11/22

7

結果の活用法

結果に影響する因子の探索＝分散分析法や、最適なパラメータの探索＝応答局面法など、結果の利用方法には様々なものが考えられる。最低なパラメータの探索は、別途、最適化機能があるので、ここでは分散分析を想定している。

実験計画の種類



2012/11/22

8

最適計画

最適計画

- 最適計画ではパラメータ分散共分散行列を最小化
- モデル式 $y = \beta X + \varepsilon$
- パラメータ $\beta = (X'X)^{-1} X'y$
- パラメータ分散 $V(\beta) = \sigma^2 (X'X)^{-1}$

D-最適計画

- D-Optimalとは、パラメータ分散共分散行列を最小化するために、 $\det(X'X)$ を最大化するような実験計画を求める問題
- Traceの最大化の場合にはA-Optimalと呼ばれる。このほかにもG-Optimalなどいくつかの指標がある

2012/11/22

9

最適計画

解くべき問題

- full factorial の中からD-Optimalな p 個の実験を選択する問題。
 - それぞれの変数が 2 水準として n 変数あるとすると、 2^n 通りの実験がある。
 - その中から p 個の実験を選択する

解法

- k-Exchange Algorithm
- Genetic Algorithm
- を実装

2012/11/22

10

S³ Simulation System

特徴

- GUIにより簡単にモデル作成、実行、検証が可能
- スクリプト言語 (psim言語) によりよりカスタマイズ可能
- Co-routineを用いたプロセス管理

統計解析機能

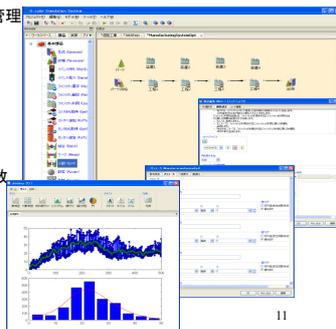
- 得られた結果の統計的解析・グラフ表示が可能

最適化機能

- パラメータ、モデルの目的関数を定義し最適なパラメータを探索

実験計画機能

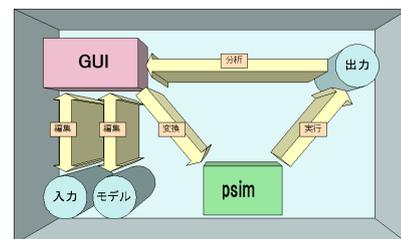
- 指定したモデル式に従う最適計画を作成し、実行する機能



2012/11/22

11

システム構成



GUI

- ☆ wxPythonを用いて開発
- ☆ 入力データの管理
- ☆ モデルの管理・編集
- ☆ 実行

psim

- ☆ Python言語上で動作するプロセス指向のシミュレーション記述言語
- ☆ イベント処理エンジン
- ☆ 乱数生成や分布推定などの分析機能も併せ持つ Pythonライブラリ集

2012/11/22

12

機能

GUI

- ・GUIを用いてモデルを作成・編集する機能
- ・モデル、入力データ、出力(結果)データをまとめてプロジェクトとして管理
- ・モデル全体のパラメータの管理
- ・実行モードの管理

プロセス管理

- ・コルーチン(PythonのGenerator機能)を用いた軽量プロセス管理
- ・サブプロセスや状態遷移

グラフ表示機能

- ・入力・出力データのグラフ表示
- ・実行時のリアルタイムグラフ表示

統計解析機能

- ・平均・分散などの統計量算出機能
- ・入力・出力データの分布推定機能
- ・入力・出力データの補間・平滑化機能
- ・入力・出力データの回帰機能

乱数生成機能

- ・乱数を生成する

最適化機能

- ・DFOを用いた最適化機能
- ・PSOを用いた最適化機能
- ・PSOを用いた多目的最適化機能

外部連携機能

- ・Visual Mining Studioとの連携機能

連続型シミュレーション

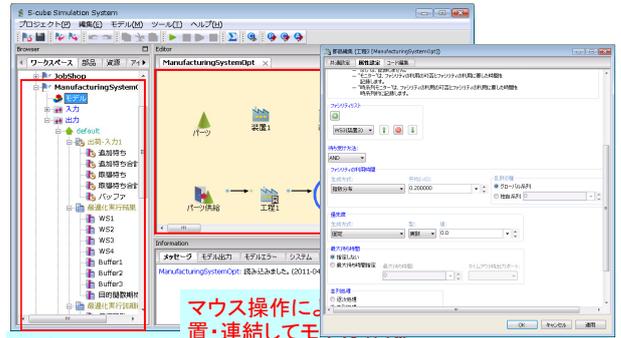
- ・ODEソルバー(Runge-Kutta法, BDF法, Adams法)

2012 実験計画法

- ・D-最適計画(Genetic Algorithm)

13

GUI



マウス操作による位置・連結してモデルの部品を部品間のパラメータ設定画面として管理

14



2012/11/22

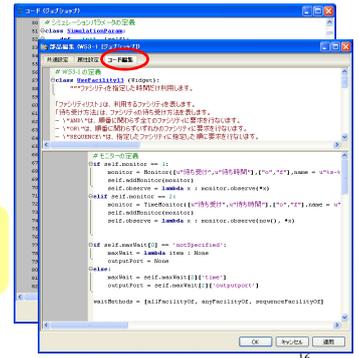
15

psim言語

- ・作成したシミュレーションモデルはpsim言語に変換され実行される。

- ・psim言語はPythonのライブラリである。

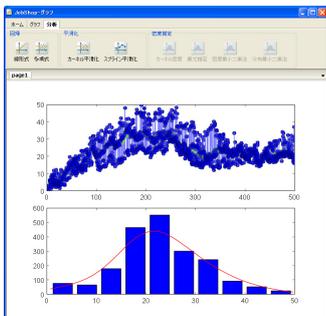
自らコードを書かなくても実行可能であるが、コードを編集することでより柔軟なモデルの記述が可能に



2012/11/22

16

グラフ機能・分析機能

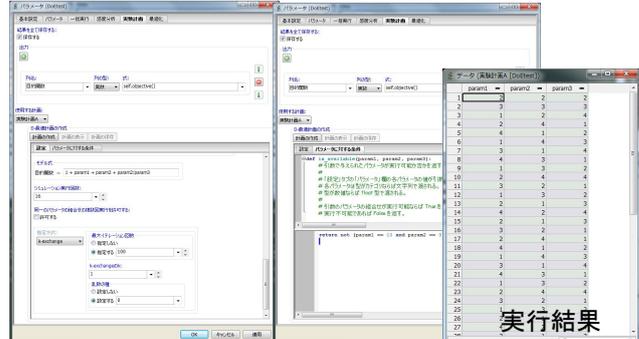


2012/11/22

17

- ・ **グラフ種類**
 - 散布図
 - 対数散布図
 - 折れ線グラフ
 - ヒストグラム
 - 棒グラフ
 - 箱ひげ図
 - 円グラフ
- ・ **分析機能**
 - 回帰
 - ・ 線形
 - ・ 多項式
 - 平滑化
 - ・ カーネル平滑化
 - ・ スプライン平滑化
 - 密度推定
 - ・ カーネル密度推定
 - ・ 最尤推定
 - ・ 密度最小二乗法
 - ・ 分布最小二乗法

実験計画法



2012/11/22

設定画面

実行結果

18

並列化

- マルチコアCPUが普及してきている。複数のシミュレーションを並列処理することで実行時間を短縮することが出来る。
- 多数のパラメータの組み合わせでシミュレーションを行う必要がある場合に、それぞれのシミュレーションは独立に実行することが可能な場合
- 一括実行、最適化、感度分析、実験計画において、同時に実行することが可能なシミュレーションを並行に実行する

2012/11/22

19

まとめ

- シミュレーション(S3)・最適化(NUOPT)・データマイニング(VMS)を組み合わせることで、これまでにないソリューションを提供
- S³ Simulation System
 - 特徴
 - GUIによる簡単なモデリング
 - psim言語による柔軟なモデリング
 - 離散、連続のHybridなシミュレーションにも対応
 - 新機能
 - 実験計画法
 - 並列化

2012/11/22

20