
特集事例

NTT データ数理システム基盤技術のご紹介

嶋田 佳明*

NTT DATA Mathematical Systems Inc. Technical Introduction

Yoshiaki SHIMADA

キーワード：機械学習，数理計画，シミュレーション，データマイニング，テキストマイニング

1. はじめに

(株)NTTデータ数理システムは1980年の設立以来、「数理科学とコンピュータサイエンスで現実世界の問題を解決する」という経営理念のもと、事業を行ってきた。現在は、特に数理科学系のパッケージ製品の開発・販売とそのコンサルティング、受託開発業務が中心となっている。また、最近では機械学習を用いたデータ分析の受託業務も多くなってきた。本稿では、当社の基盤技術をいくつか紹介し、その適用例を紹介する。

2. 会社紹介

当社は1982年に(株)数理システムとして設立された。2012年には(株)NTTデータグループに加入し、翌年、商号を(株)NTTデータ数理システムに変更している。

設立当初は、半導体CADと科学技術計算を主たる事業とし、統計解析ソフトウェアS-PLUSの国内での独占販売や、数理計画法パッケージNUOPT（現：Numerical Optimizer [1]）のリリースを経て、汎用データマイニングツール Visual Mining

Studio [2] 等の数理科学系のパッケージ製品を次々とリリースしてきた。これら数理科学系のパッケージ製品をすべて自社開発し、販売している会社は日本では珍しい。また、当社のパッケージ製品は Visual Analytics Platform とよばれる分析基盤上ですべてシームレスにつながるというのも大きな特徴である。

当社の主な基盤技術は、機械学習、数理計画、データマイニング、テキストマイニング、シミュレーションである。当社のお客様は大学や一般企業など様々であるが、最近では、AIブームの影響からか、特に一般企業からの相談が急増している。次章以降でこれら基盤技術について詳しく紹介をしていく。

3. 機械学習

機械学習に関する相談には、お客様が業務で運用しているアルゴリズムの精度向上や、最新の技術調査・検証等がある。また、検証の結果、システム化という話になれば、当社でその計算エンジンを開発する。

機械学習のモデルには、回帰・分類・クラスタリング等の長い実績のあるものから Deep Learning のような近年注目されているものまで様々あるが、当社ではお客様の課題に応じて最適なモデルを選

* 株式会社 NTT データ数理システム

受付：2019年10月10日

択し提案している。例えば、予測結果に説明を求められるマーケティングのお客様には Deep Learning のようなブラックボックスの手法はなじまない。そのような場合は、回帰分析や、決定木分析等、古典的なモデルも提案している。

ご相談を頂く分野は、製造業、金融業、社会インフラなど様々である。特に製造業では、IoT の普及に伴い、製造現場の機械から取れるセンサデータから故障予知を行いたい、部品交換の時期を予測したいといった相談が多く寄せられている。

そのほか、ホットな話題といえば、建物の地震の揺れを深層強化学習で制御している事例がある [3]。建物には、地震の揺れを弱めるダンパーとよばれる部品があるが、そのダンパーを強化学習で制御することで、優れた制振効果を得ることができた。当社はその強化学習モデルの構築を手掛けた。

4. データマイニングパッケージ

ここからは、当社が開発・販売しているパッケージソフト群の話題となる。

当社では、機械学習のアルゴリズムや、データ加工・集計・可視化といったデータ分析基盤をパッケージ化した汎用データマイニングツール Visual Mining Studio を開発・販売している。Visual Mining Studio にはデータ処理の流れをアイコンでつなぎ合わせて作るビジュアルプログラミング環境が備わっている。そのため、データ処理や機械学習の専門的な知識を持っていないユーザでも、高度なデータ分析ができるようになっている。

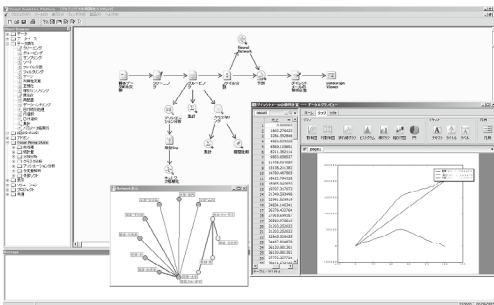


図 1 Visual Mining Studio

Visual Mining Studio は ID-POS 分析や、顧客分析等、マーケティングの分野でよく利用されてきた [4]。特に二項ソフトクラスタリング機能は顧客と商品の共通の潜在的なクラスタを発見するのに役立つ。

また当社では、手軽に Deep Learning を利用できる環境として、2018 年に深層学習デザインツール Deep Learner [5] をリリースしている。Deep Learner は、Visual Mining Studio のアドオンとなっており、マウス操作のみで Deep Learning が使用できる。教師あり学習や教師なし学習の両方に対応しており、テキストデータや機械のログ、時系列データ分析に対応している。

5. テキストマイニングパッケージ

そのほかにも、自然言語処理の分析に特化したパッケージ Text Mining Studio [6] がある。使い方はこうだ。csv 形式の自由記述で書かれたデータを Text Mining Studio に読み込ませると、形態素解析が実行される。そのあと、ユーザは GUI 上の分析メニューをクリックしていくことで、文章の中でよく出現する単語や特徴的な単語を抽出し、どの単語とどの単語が同時に使われているかをグラフやネットワーク図で可視化していく。アンケートの自由記述文の分析や、コールセンターのオペレータ記録 [7]、製造現場での不具合情報の分析 [8]、論文や特許などの技術文書の分析 [9] 等、幅広い分野で利用されている。

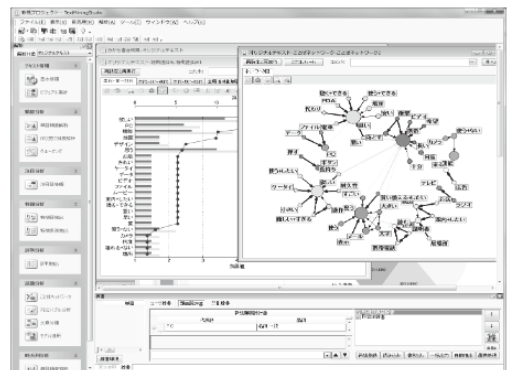


図 2 Text Mining Studio

6. 数理計画パッケージ

当社のパッケージ群のなかで、特に経営工学で馴染みのあるソフトウェアとしては、数理計画法パッケージ Numerical Optimizer が挙げられるだろう。本ソフトウェアは、1990 年代初頭に開発が始まり、内点法のアルゴリズムを核としてリリースされた。その後、整数計画法や自動微分、モデリング記述言語 SIMPLE が実装され、最新の V21 では GUI の数理最適化専用の統合開発環境である Nuorium や Python インターフェースの PySIMPLE 等の機能も充実している。

Numerical Optimizer は、当社で最も歴史があるパッケージソフトウェアであるため、これまで多くの実務的課題に適用されてきた。リリース後すぐは、金融工学などの分野への適用 [10] が多かったが、その後、冷暖房などのエネルギーマネジメント [11]、シフト作成 [12]、[13]、配車計画 [14] などのスケジューリング分野への適用例が増えてきた。近年では製造現場における生産計画の最適化などの

```

maximize V
V = sum_i v_i x_i,
sum_i w_i x_i <= W,
x_i in {0,1}

Set I;
Element i ( set = I );
IntegerVariable x ( index = i, type = binary );
Parameter v ( index = i );
Parameter w ( index = i );
Parameter W;
Objective V ( type = maximize );
V = sum( v[i]*x[i], i );
sum( w[i]*x[i], i ) <= W;
    
```

図 3 SIMPLE によるモデリング記述

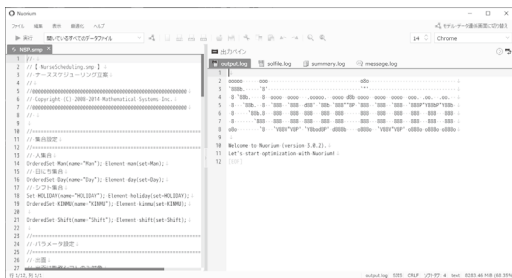


図 4 Nuorium

相談も多い。

数理最適化を現場の課題に適用する際には、現場へのヒアリングが重要である。数理最適化は与えられた数理モデルに対し、正直に最適解を出すため、これまでベテランが手作業で作成していた計画とは印象が全く違った計画となる場合が多々ある。そのため、モデル開発の段階では、こまめに現場へ結果を見せ、フィードバックを頂くようにしている。現場が、普段何気なく考えている条件や、聞き漏らしている制約条件をすべて洗い出して、初めて現場で使える計画が得られるようになる。

7. シミュレーションパッケージ

複雑な if-then ルールで運用されている現場や、人の行動、AGV の移動ルールのような条件を扱う分析や最適化の場合には、シミュレーション手法が適している。シミュレーションは製造現場やコールセンター、ヘルスケアの分野で古くから用いられてきた。当社では、汎用シミュレーションパッケージ S⁴ Simulation System (S⁴) [15] を開発・販売している。S⁴ は 2010 年に離散系シミュレータとして Ver1.0 がリリースされ、その後、連続シミュレーション (システムダイナミクス)、エージェントシミュレーション機能が加わった。GUI で手軽にモデリングができるのが特徴であり、Python ベースのシミュレーション記述言語 psim 言語も備わっている。psim 言語では、シミュレーションに必要なイベント処理エンジンや、乱数発生、データの分布推定機能を持つ、Python のライブラリ集である。

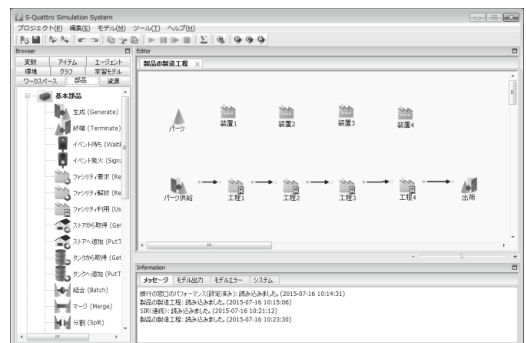


図 5 モデル構築画面

シミュレーションの適用例であるが、分散イベントシミュレーションは、待ち行列型のシミュレーション、例えばコールセンターにおける必要人数の算出〔16〕や病院での待ち時間の分析等に適用されている。エージェントシミュレーションは、災害時の避難や、コンビニやショッピングモールにおける回遊、イベント会場周辺やテーマパークにおける人流シミュレーション〔17〕に利用されている。S⁴にはこのような歩行者の動きをモデリングするためのソーシャルフォースモデリング機能や、可視化のための3Dアニメーション機能が充実している。

シミュレーションによってシステムを最適化することは、主に製造業の分野でよく課題として挙げられる。例えば、製造機械や作業員の数など静的なパラメータの最適化である。その場合は、様々なパラメータの組み合わせでシミュレーションを行い、最適化アルゴリズムを使いながら、最適なパラメータを探索していく手法を採る。しかし、静的なパラ

メータだけでなく、製造ラインへの割り当てや、製品の生産順序を動的に最適制御したいという要望もある。当社では、そのような場合、シミュレーションによる強化学習手法を提案している。S⁴で製造ライン等のシミュレーションモデルを構築し、そのモデル内で起こる意思決定を強化学習で学習させる。シミュレーションで学習したモデルを現場のシステムに組み込むことで、現場の意思決定が最適化される。

そのほかにも当社では、数理計画とシミュレーションを組み合わせた使い方を提案している。数理計画では、確定したデータや事象に対して最適化を行う。例えば、生産計画の最適化を行う場合は、1カ月の注文が確定し、工場はいつも同じ時間で必ず生産が完了するという条件のもと、いつでもどのだけの量を生産すれば、目的が達成できるかを考える。このとき、注文数や生産時間のばらつき、機械の故障のような不確定要素によるリスクについては考えていない。シミュレーションは不確定要素を扱うことができるため、数理最適化で立てた計画をシミュレーションすることで、生産個数のばらつきや納期遅れによるリスクを可能性の分布で予め見積もることができる。

8. ま と め

本稿では、当社の様々な基盤技術を紹介した。近年、AIというキーワードが巷を賑わしているが、そのベースとなっているのは、紹介した技術そのものである。よって当社技術は、今後よりいっそう社会で求められていくことになるだろう。

参 考 文 献

- 〔1〕 “数理計画法パッケージ Numerical Optimizer”, (株)NTTデータ数理システム, <http://www.msi.co.jp/nuopt/index.html> (2019年10月参照)
- 〔2〕 “汎用データマイニングツール Visual Mining Studio”, (株)NTTデータ数理システム,



図6 神宮外苑周辺の人流シミュレーション

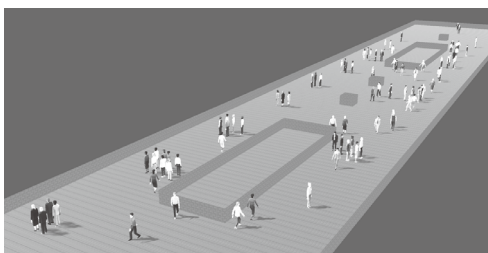


図7 3Dアニメーション

- <http://www.msi.co.jp/vmstudio/index.html>
(2019年10月参照)
- [3] “長周期地震動による超高層建物の揺れを深層強化学習 AI で制御”, (株)NTT データ数理システム,
http://www.msi.co.jp/s4/solution/userscase_pdf/nttfacilities.pdf (2019年10月参照)
- [4] “お客様の真実に迫るデータマイニング”, (株)NTT データ数理システム,
http://www.msi.co.jp/vmstudio/userscase_pdf/united-arrows.pdf (2019年10月参照)
- [5] “深層学習デザインツール Deep Learner”, (株)NTT データ数理システム,
<http://www.msi.co.jp/deeplearner/>
(2019年10月参照)
- [6] “テキストマイニングツール Text Mining Studio”, (株)NTT データ数理システム,
<http://www.msi.co.jp/tmstudio/>
(2019年10月参照)
- [7] “お客さまに、真に役立つカスタマーサポートへ”, (株)NTT データ数理システム,
http://www.msi.co.jp/tmstudio/userscase_pdf/YOKOGAWA_IA.pdf(2019年10月参照)
- [8] “誰も気付かなかった不具合を、テキストマイニングであぶり出す”, (株)NTT データ数理システム,
http://www.msi.co.jp/tmstudio/userscase_pdf/VeriServe.pdf (2019年10月参照)
- [9] “特許情報解析はいよいよディープラーニングへ”, (株)NTT データ数理システム,
http://www.msi.co.jp/tmstudio/userscase_pdf/VeriServe.pdf (2019年10月参照)
- [10] “研究にも実務にも幅広いクオンツ分析に活用”, (株)NTT データ数理システム,
<http://www.msi.co.jp/nuopt/interview/interview8.html> (2019年10月参照)
- [11] “エネルギー設備の最適運用・最適設計プログラム「オプトパス」”, (株)NTT データ数理システム,
<http://www.msi.co.jp/nuopt/interview/interview9.html> (2019年10月参照)
- [12] “オペレータ 300 人の勤務シフト作成を「最適化」の視点で革新”, (株)NTT データ数理システム,
<http://www.msi.co.jp/nuopt/interview/interview11.html> (2019年10月参照)
- [13] “「当直シフト編成ツール」を開発・導入”, (株)NTT データ数理システム,
<http://www.msi.co.jp/nuopt/interview/interview4.html> (2019年10月参照)
- [14] “「食用油脂配送 配車計画システム」”, (株)NTT データ数理システム,
<http://www.msi.co.jp/nuopt/interview/interview5.html> (2019年10月参照)
- [15] “汎用シミュレーションシステム S⁴ Simulation System”, (株)NTT データ数理システム,
<http://www.msi.co.jp/s4/> (2019年10月参照)
- [16] “問い合わせ部門の応答率を予測”, (株)NTT データ数理システム,
http://www.msi.co.jp/s4/solution/user_TOTO.html (2019年10月参照)
- [17] “人流シミュレーションに“S-Quattro””, (株)NTT データ数理システム,
http://www.msi.co.jp/s4/solution/userscase_pdf/NTTCS.pdf (2019年10月参照)

しま だ よし あき
嶋 田 佳 明

2003年東京理科大学応用数学科卒業, (株)NTT データ数理システム入社. 汎用数理計画パッケージ Numerical Optimizer の開発, コンサルティング業務に携わったのち, データ分析業務を経て, 現在はシミュレーションパッケージ S⁴ Simulation System の技術サポート, コンサルティング営業に従事.