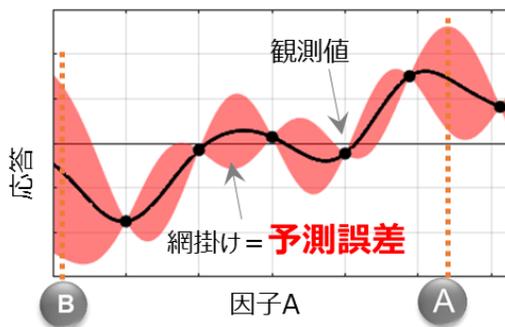
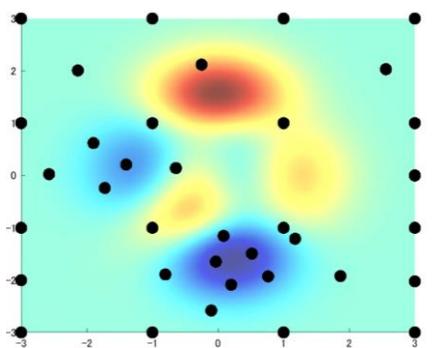


開発プロセスにAIを取り入れ 開発期間の短縮に貢献！



AIによる探索イメージ

◆ご担当業務を教えてくださいませんか

車両、パワートレイン、制御それぞれの分野をシミュレーションモデルやデータをつなぎ、モビリティ軸で評価する業務を行っております。「車両性能評価の現場」や「実験やシミュレーションを使った評価現場」に入り込み、デジタル開発を推進していく部署となります。

我々のチームは、モビリティ開発のV字工程（開発プロセス）にAIを取り入れ、評価を効率化していきます。評価の効率化には、ドメイン知識とエンジニアリング、AI知識が求められ、無数にあるAIから適合するAIを選定、論理的に無駄な評価や計算量を減らし開発期間を短縮する等、新たな価値の創出をしております。

◆デジタル開発の課題について教えてくださいませんか

モビリティのデジタル開発を実現するため、V字プロセスにモデルベース開発手法の活用を推進しています。V字プロセスは、左側を設計プロセス、右側を評価プロセスと2つのプロセスに区切ることができます。左側の設計プロセスでは、主にモビリティに適した仕様・設計をFixします。続いて右側の評価プロセスでは、選定したモデルに対して評価の深堀りを行い、仕向別に最適な制御定数、緒元設定などを行いモビリティの味付けを行っていきます。

モデルベース開発は、ハードウェアのかわりにモデルを用いてシミュレーション等のデジタル評価も可能になります。それらは、複数拠点での開発、ソフトウェアのみでの開発も可能にします。モデルで様々なハードウェアを表現できるようになると、多種多様なモデルを組み合わせることが可能になり、膨大な数のバリエーションができます。膨大な数のバリエーションから制約条件を成立するモデルを選定し、味付けを行っていくとパラメータが増え、計算量が指数的に増大するため現実的な期間で答えを導き出すことが困難です。「幅広い専門的な知識を持つ部署やTTDCさんのような企業との連携による課題解決」「幅広いスキルセットを保有する人材の育成」が課題になっています。

トヨタ自動車株式会社
車両デジタル開発部 デジタル開発推進室



室長 土山 稔 様 グループ長 新谷 浩平 様

◆課題解決するための要件お聞かせください

現場ニーズに最適な組み合わせを効率的に探索する技術（以下、最適化技術）が必要となってきます。探索する対象は、V字開発の全域の「モデル、ツール、設備、試験条件」となります。「性能毎のモデル群、用途別に活用するツール群、工程別に準備された設備群、複雑な試験条件」となります。

課題解決には、2つの要件があります。

- ・最適化技術を簡単にツールや設備に接続できること
- ・ドメイン知識とAI知識を融合したエンジニアリングができること

この要件を満たして、CAE評価や実験の評価に使える、役立つAIを検討しています。AIは非常に便利な言葉で、画像認識、異常検知、自然言語処理等たくさんのスキルセットを包含しており、自部署のニーズにマッチするエンジニアの確保・育成も課題になっています。エンジニアスキルは、結構幅広い領域を扱うものですから、競争力という意味でも深堀り方向も求められます。そこで社内で人を育てるような仕組みや人材育成の枠組みも構築していますが、エンジニアが足りていません。このようなことからTTDCさんと連携をして、専門的なスキルを持っている方と協業させていただいて進めることも課題解決に必要なだと考えています。

AI技術を既存のLAやXILS、モデルとつなぐことで開発期間、コストを大幅削減！

◆TTDCを選んでいただいた理由を教えてください

TTDCさんとの業務経験より、環境構築技術に強みを持っていることを肌で感じていたため、協力依頼させていただきました。

最適化技術だけでは開発プロセスの改革は実現できません。私達の開発するAI技術の適用先は、XILS(特にSILS,HILS)、VRSの実験設備など多岐に渡り、連携・自動化を達成して初めて最大の効果を発揮することが可能です。XILS環境構築、LAシステムの導入などを手掛けるTTDCさんとの連携が一番近道だと考えました。また、トヨタグループとして一緒に戦っていきたいという思いもありました。



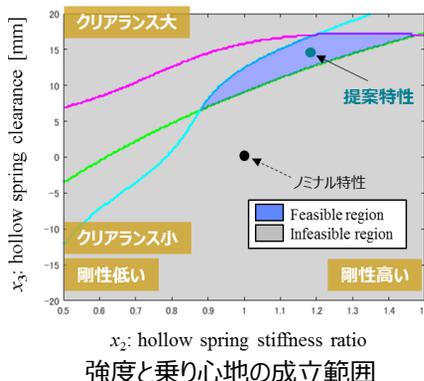
PT-VRSベンチ

◆導入した効果をお聞かせください

導入効果のわかりやすい事例を2つご紹介します。

1つ目は(V字開発の右側)、ドラビリのスクリーニング評価の自動化にAI技術(以下: Bayes Dock)を適用しました。この評価システムは、ドライバモデルと評価はPT-VRS実機を使い、結果から評点を探索する部分にBayes Dockを使用することで、一連の流れを自動化することが出来た事例になります。実車両を使用しているスクリーニング評価を、ベンチ+自動化に置き換えることで、工数、試験回数の削減が出来ました。従来手法における網羅探索を実施していましたが、500万ケースの評価が必要でした。限られた開発日程では、現実的な評価数ではありません。

Bayes Dockは、どこを探索したら良いかを、逐次的に提案することで、500万ケースから750ケースまで探索の回数を減らすことができました。750ケースは開発期間内で現実的にやり切れる評価数です。同時に、AIと人との差分・乖離も検証しており、プロドライバーのカンコツで評価したものと同等のスクリーニング結果を得ることができました。



x_2 : hollow spring stiffness ratio
強度と乗り心地の成立範囲

2つ目は(V字開発の左側)、リジッドアクスルサスペンションの特性設計にBayes Dockを適用しました。特性設計では、強度と乗り心地の其々の成立範囲から積集合を探します。(上図の青い領域が両方の成立範囲を満たす) この積集合を漏れなく探索することは、ロバスト性の判断や、ばらつきを考慮してサスの特性を決める上で非常に重要になってきます。また開発プロセスが進み新たな要件が出て来る場合は、この積集合から絞っていくことで、やり直しを防ぐ事も可能になります。

Bayes Dockのもう一つの機能、成立解探索を使い、漏れなく探索することで、具体的な数字は申し上げられませんが、数億規模のコスト削減・開発期間短縮に貢献することができました。

◆今後の予定を教えてください

これまでドラビリのスクリーニングの実績を積んできましたが、ADASへの適用、実機で行ってきた実験にシミュレーションを組み込んでいく等、幅を広げていく予定です。限られた人数で課題解決を行っていくため、優先順位をつけて進めていきます。具体的には、XILS関係、パワトレの適合に活用していき、可搬性を向上させることによって、使える領域を広げていきます。これにより物理的に使える領域が広がると思います。メンテナンス性の向上をはかるため、クラウド上で使うことも考えております。さらに、色々なカテゴリー変数にも対応できるように技術的な深掘りも考えており、規模を大きくしていく計画に入っています。



後列左から 山口(TTDC)、岩田様、村井(TTDC)
前列左から 土山様、新谷様