

ゴール指向型分析を用いた機械学習ソフトウェア システムの品質特性の抽出

株式会社富士通研究所 仲道耕二 (nakamichi@fujitsu.com)

MLS開発における問題点

機械学習を含むソフトウェアシステム(MLS)は、訓練済みモデルの精度が訓練データに依存したり、運用時の入力データの分布の変化により精度が低下するなど、従来のソフトウェアシステムとは異なる特徴を持つ。MLSの開発において、どのように品質を保証すべきかは現状明確ではなく、MLSの特徴をとらえた品質特性を特定する必要がある。

ゴール指向分析の適用による解決

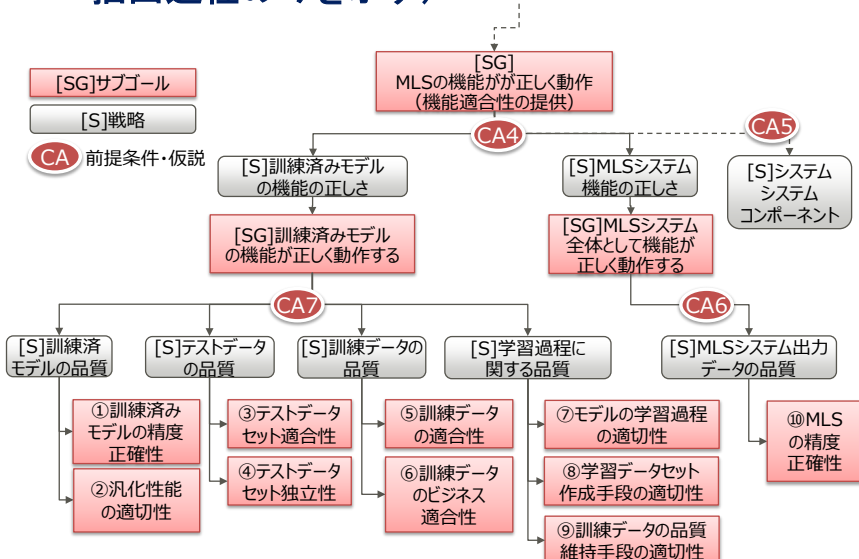
前提条件・仮説(Context & Assumption: CA)や、分解方針(Stratgy)に基づいて要求を分解するゴール指向分析手法の一種である「GQM+Strategy」を用いてMLS特有の品質特性を抽出した。その際、高品質なMLSの提供をトップゴールと位置付け、機械学習やMLSの各種の特徴をCAとした。また抽出したMLSの品質特性を品質規定SQuaREの拡張として位置付けた。

GQM+StrategyによるMLS品質特性の抽出

- [STEP1]機械学習／MLSの特徴や、品質の考え方に基づくCAの定義(以下は定義した14個のCAの一部)

前提条件・仮説(Context & Assumption : CA)	
CA4	MLSシステムの機能は以下で構成:(1)訓練済みモデル／(2)システムコンポーネント(監視機能、ルール制御機能、その他)／(3)MLSシステム自身
CA5	システムコンポーネントの機能の正しさや信頼性は通常のソフトウェア品質が適用できる
CA6	システムとしての機能は、訓練済みモデルとシステムコンポーネントを組み合わせたシステム全体を考える
CA7	訓練済みモデルの生成は以下の要素が関連 ・訓練データ:学習アルゴリズムへの入力 ・テストデータ:訓練済みモデルの検証用データ ・学習過程:学習アルゴリズムを用いた学習工程

- [STEP2]GQM+StrategyによるMLS品質特性の抽出(下図は機能適合性に関するMLS品質特性の抽出過程のみを示す)



抽出したMLS品質特性(全17特性)

- 抽出したMLS特有の品質特性を、ソフトウェア品質規定ISO25010(SQuaRE)の拡張したものとして整理

SQuaRE ソフトウェア品質		MLS品質特性	内容
品質特性	品質副特性		
機能適合性	機能正確性	①訓練済みモデルの精度正確性	訓練済みモデルからの出力データの正確さ(精度)の程度
		③テストデータセット適合性	テストデータの訓練データの統計的傾向の一致の度合
		④テストデータセット独立性	テストデータと訓練データが独立しているかの度合
		⑦学習モデルの学習過程の適切性	使用する学習アルゴリズムやハイパーパラメータ、学習結果評価のための評価指標の適切さ
		⑧学習データセット作成手段の適切性	訓練データ、テストデータ量を確保するための手段(水増しなど)の有無や程度
		⑨訓練データの品質維持手段の適切性	訓練データ中の欠損値／外れ値／バイアスなどの除去手段の有無や程度
		⑩MLSの精度正確性	MLSの出力データの正確さ(精度)の程度
		②汎化性能の適切性	訓練済みデータの汎化の程度
		⑤訓練データの適合性	訓練データと想定データ母集団の統計的性質の一致の度合
		⑥訓練データの目的適切性	訓練データの説明変数の適切さの程度
信頼性	機能完全性	①入力データの適合性	入力データの訓練データの統計的傾向の一致の度合
		⑫運用中の訓練済みモデルの精度正確性	運用中の訓練済みモデルからの出力データの正確さ(精度)の程度
		⑬訓練済みモデル品質確保手段の適切性	再学習などの訓練済みモデルの精度を維持する手段の有無や程度
		⑭運用中のMLS精度正確性	運用中のMLSの出力データの正確さ(精度)の程度
		⑮MLS出力データの適合性	MLS出力の異常値の発生頻度など、統計的性質の程度
		⑯MLS出力データ確認手段の適切性	MLS出力の異常値の検知手段の有無や検知の程度
		⑰MLSの品質確保手段の適切性	ルール制御やモデルのロールバックなどのフェールセーフ機能の有無や程度
	成熟性	①①入力データの適合性	入力データの訓練データの統計的傾向の一致の度合
		①②運用中の訓練済みモデルの精度正確性	運用中の訓練済みモデルからの出力データの正確さ(精度)の程度
		①③訓練済みモデル品質確保手段の適切性	再学習などの訓練済みモデルの精度を維持する手段の有無や程度

今後の予定

- 「機能適合性」「信頼性」以外のMLS品質特性の特定
- 特定した品質特性に対する測定メトリクスの詳細定義
- 顧客の要件に基づいた、重視すべき品質特性とメトリクスの抽出手法のツール化によるMLS開発者支援