

# 数理的高信頼ソフトウェアシステム研究センター・ERATO 蓮尾プロジェクト (ERATO MMSD)

## 高速データ解析アルゴリズムをすべての人の手に



時相論理によるデータ解析アルゴリズムの統一インターフェイス  
 連絡先: 蓮尾 一郎・James Haydon <http://group-mmm.org/eratommmsd>

### 社会背景

ソフトウェアは永遠の課題ですが、cyber-physical, IoT の時代には特に重要です

ICT技術の進歩  
→ 新応用, 新産業!

システム安全性の課題

しかし...

蓮尾 一郎 (国立情報学研究所) 1

### 解決策

## データ・モデル解析アルゴリズム群を共通インターフェイスのもとバンドル

- プロジェクト成果たるデータ解析・モデル解析全自動アルゴリズム群
- ログ読み込み: トップ国際会議論文 [Waga, Andre, Hasuo, CAV'19]他 関連特許出願 3 件
- システム最適化, 危険入力発見: トップ国際会議論文 [Zhang, Hasuo, Arcaini, CAV'19]他 関連特許出願 2 件
- ユーザーは, 目標を時相論理式で表現するだけでこれらアルゴリズム群を利用できる

蓮尾 一郎 (国立情報学研究所) 5

### ユースケース 1: ログ絞込み

「危険な追い越し」を時相論理式で表現

危険な追い越しが起きている部分を見つけた!

解析結果

3:45:23-
3:45:30-
5:12:58-
5:13:05-
9:02:32-
9:03:15-
...

• BEFORE: 技術者が目の手で探す or 目標事象ごとにイチからコーディング

• AFTER: 技術者は時相論理式を書くだけで, 高速 (毎秒100Kイベントを処理)

蓮尾 一郎 (国立情報学研究所) 9

### 課題背景

システム設計の現場① データを持って余す

システム設計の現場② データ・モデルを持って余す

システム設計の現場③ データ・モデル解析の工数大

- ハードウェア性能向上によりデータはとれるようになった
- しかし, 現場のニーズに応えるデータ利用法は未確立, ノウハウが分散

安全性確認の必要

データ収集

役立てるハードルが高い

蓮尾 一郎 (国立情報学研究所) 2

### 技術背景: 時相論理式とは

「アルゴリズム的に都合が悪い」と「技術者にとって容易」のバランスがポイント

例

$$G(\text{gear} = 1 \wedge \text{rpm} > 3500 \Rightarrow F_{[0,1]} \text{gear} = 2)$$

「ギアが1速でかつエンジン回転数が > 3500 になったら, そのあと1秒以内にギアが2速になる」

- 時系列データの性質を表現する言語
- データ解析・モデル解析の目標の記述に適している
- 「この性質が成り立つかどうか調べたい」「この性質が成り立つようにシステムを最適化したい」
- 高々数行 → 書くのは容易 (vs. 数百~数千行のCコード)

蓮尾 一郎 (国立情報学研究所) 7

### ユースケース 2: システム最適化

「安全性」「効率性」を時相論理式で表現

安全かつ高効率なパラメータ値は?

解析結果

p1 = 12.8
p2 = -6.2
p3 = 1084.2
...

• BEFORE: 専門家が人手で7人日

• AFTER: ユーザーは時相論理式を書くだけで, 全自動で3時間, 安全性・効率も改良

蓮尾 一郎 (国立情報学研究所) 10

### 課題背景

システム設計の現場① データを持って余す

システム設計の現場② データ・モデルを持って余す

システム設計の現場③ データ・モデル解析の工数大

- モデル構築がトレンド, 「モデルベース開発」「デジタルツイン」
- 工数大 (数人月~数十年)
- しかし, しばしば「モデル解析のやり方」「モデルの活用法」は未確立

安全性確認の必要

モデル構築

モデルの解析のハードル

蓮尾 一郎 (国立情報学研究所) 3

### さらに開発中: 時相論理式デバッガ

時相論理式デバッガの必要性は企業との共同研究から特長が見える

インタラクティブな「時相論理式デバッガ」利用の敷居をさらに下げる

蓮尾 一郎 (国立情報学研究所) 8

### 機能概要・特徴

「ログ絞込み」「システム最適化」「危険入力発見」の3機能, 時相論理による共通インターフェイス, 時相論理式デバッガがユーザビリティのカギ

機能	共通インターフェイス	時系列データ解析アルゴリズム群	解析結果
機能1 ログ絞込み	目的イベント・目的関数を表現する時相論理式をユーザーが記述	時間オートマトンによる高速パターンマッチング	3:45:23-3:45:30, 5:12:58-5:13:05, 9:02:32-9:03:15, ...
機能2 システム最適化	モデリング・コーディングよりはるかに簡単 (数行) だが最初は敷居が高い	時相論理+進化計算・機械学習による最適化アルゴリズム	p1 = 12.8, p2 = -6.2, p3 = 1084.2
機能3 危険入力発見	数社と共同研究, 三菱重工とは共同論文発表	システムモデルはフラックボックスモデルだけで十分 (Simulink等)	向かい風風速

蓮尾 一郎 (国立情報学研究所) 11