

平成 30 年度トランスコスモス財団調査研究助成事業成果報告書

研究者：土屋秀和

研究者職位：助教

研究者所属：東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科

調査研究テーマ：

「統計的機械学習の活用によりテスト時間を短縮する LSI テスト手法の研究」

はじめに

本研究は、LSI の微細化・大規模化によりテストに必要な時間が増大し、開発コストや製造コストの増加及びテスト品質の低下が問題となっている現状に対して、統計的機械学習の活用により、優良度のランク分けに対する影響度の高いテスト項目のみを抽出することで、テスト時間を短縮する LSI 評価手法の提案と具体化を行なったものである。

研究成果の概要

当初、機械学習の一つである Deep Learning のうち、入力データを次元縮約し、端的な値を得ることが可能な Auto Encoder と呼ばれるニューラルネットワーク等により、特徴量を抽出し、優良度のランク分けに対する影響度の高いテスト項目のみでクラスタリング即ちグループ化することで、優良度のランク分けの実現を予定していた。しかしながら、検討を進めたところ、境界で集合を分離することにより優良度のランク分けする必要性が見出された。そこで、境界で分離する機械学習として分類器に着目し、その中でも認識性能に優れる SVM(Support Vector Machine)を用いることとした。LSI テスタにより取得した既存デバイスの測定データを使用し、予めスピードグレードを基準として、FAST と SLOW の 2 分割した後にそれぞれラベルを付加し、構築した機械学習の入力として与えた。検証内容としては、本研究で対象としたテスト項目 9 種類のうち 2 種類の組み合わせ計 36 種類に対して、線形分離のモデル化を実施した。また、評価尺度としては境界線を境として線形分離した際に、予めラベル付けされている FAST 及び SLOW に対する分類の正答率とした。その結果、3 種類のモデルに於いて正答率 90%以上を達成することができ、最も高い正答率としては、図 1 に示すようにタイミング性能に関して、約 95%の確率で 2 分割に線形分離することができた。このことから、テスト項目 2 種類のみで FAST 及び SLOW を決定境界で 2 分割することができ、本研究の目的である少ないテスト項目で優良度を分割し、テスト実行時間を短縮することができた。

尚、本研究の成果については、2019 年 5 月 31 日に開催された「日本信頼性学会第 27 回春季信頼性シンポジウム」にて「SVM を用いた LSI のテストコスト削減手法の開発」

と題して発表させて頂いた。

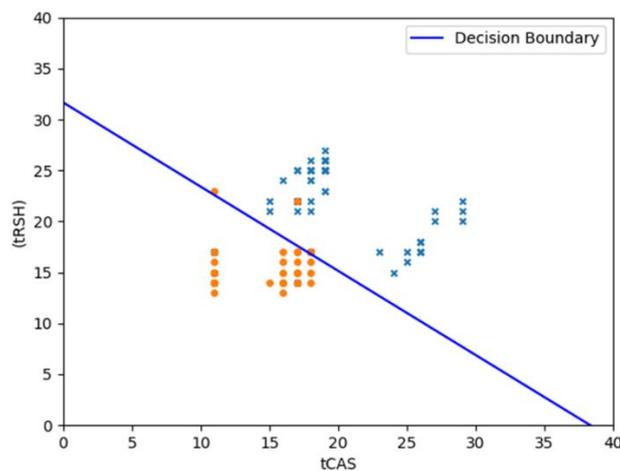


図1 タイミング性能に関する2分割の線形分離結果例（正答率約95%）

今後の課題及び展望

本研究では、予測結果では優良度のランク分けに関して、当初タイミング性能で2分割×電気的性能で2分割の4分割程度にランク分けされることを期待していたが、タイミング性能即ちスピードグレードでの2分割に留まった。この為、電気的性能の面でのランク分けも実現する様、検討を進めていく。また、タイミング性能や電気的性能の分割数をそれぞれ3分割以上へ拡張する方法の検討、線形分離が困難な場合の手法検討、データ数を数千～数万個等へ拡張した際の評価、本手法の汎用性に関する評価を目的とした他のデバイスでの適用可否の評価等が今後の課題及び展望として挙げられる。

謝辞

この度は、本研究に対して助成を頂き誠にありがとうございました。本助成により得られた結果をもとに、今後も統計的機械学習をLSIのテスト分野で活用すべく、研究を継続していきたい所存です。