

油中ガス分析データの多変量解析による 電力用変圧器の良否判定

背景

現在電力会社では、油中ガス分析データ*1に基づく電力用変圧器の良否判定基準として、電気協同研究会によって平成11年2月に示された判定基準*2を一般に採用している。しかし、現在、この判定基準が想定しているより精密な油中ガス分析を実施できるようになっており、精密な油中ガス分析データが実際に蓄積されている。そこで電力会社では、蓄積された精密な油中ガス分析データを用いた良否判定の高度化に取り組み始めた。

目的

電力会社の実フィールドで得られた油中ガス分析データに代表的な多変量解析手法を適用し、油中ガス分析データに基づく変圧器の良否判別の高度化を実現する。

主な成果

1. 代表的な多変量解析手法による良否判別の検討

内部不具合を有する変圧器15台、正常な変圧器100台の油中ガス分析データに対し、多変量線形判別分析、マハラノビス距離による判別および線形サポートベクターマシン（線形SVM）を適用し（図1参照）、以下の結果を得た。

- (1) 線形SVMにより、油中ガス分析データに基づく変圧器良否判定の誤判定率0%を達成した（表1）。
- (2) 線形SVMの統計的な平均誤判別率としてLeave-One-Out交差妥当性（図2参照）の検証を実施した。その平均誤判定率は0%であった。

2. 線形SVMによる変圧器良否判定に有効な油中ガス分析データ

線形SVMによる線形判別式の各油中ガス分析データに対する係数の大きさによって、判別式への影響度がわかる。その結果、係数の値の大きな C_2H_2 （アセチレン）と C_2H_4 （エチレン）のみによる判定で、変圧器の不具合を誤判別しないとわかった。

今後の展開

油入変圧器の油中ガス分析データの充実による線形SVMの判別精度の向上を実施する。

主担当者 システム技術研究所 情報システム領域 上席研究員 小野田 崇

関連報告書 「油中ガス分析データの多変量解析手法による電力用変圧器の良否判定」電力中央研究所報告：R07001（2007年8月）

*1：油中ガス分析データは、 H_2 （水素）、 CH_4 （メタン）、 C_2H_6 （エタン）、 C_2H_4 （エチレン）、 C_2H_2 （アセチレン）、 CO （一酸化炭素）、 CO_2 （二酸化炭素）の7種類のガスから成る。
*2：変圧器内で想定される化学反応と過去の変圧器保守データから決められた基準。例えば、次の条件を満たせば異常レベル「 C_2H_2 （アセチレン） ≥ 5 ppm」。このような条件がいくつか用意されている。
*3：判別の難しいデータにのみ注目してそのデータを判別する線形判別式を見つける方法。

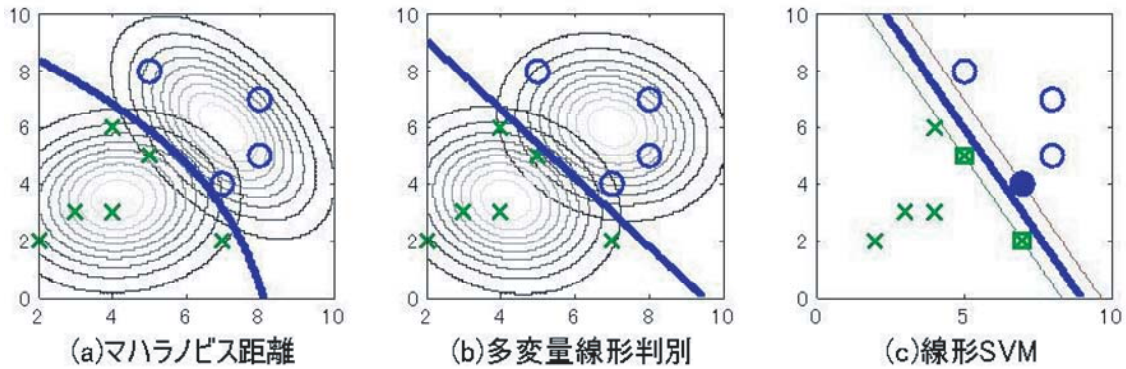


図1 代表的な多変量解析手法

(a) マハラノビス距離は、分類するデータ (○、×) に正規分布を仮定した多変量解析手法。(b) 多変量線形判別は、分類するデータ (○、×) に正規分布を仮定し、さらにその分布に同一分散協分散を仮定した多変量解析手法。(c) 線形SVMは、与えられたデータは必ず識別できることを仮定した多変量解析手法。

表1 各方法による誤判定率

		正常事例	不具合事例
全数		100 件	15 件
誤判定率	マハラノビス距離判別	50 (50%)	0 (0%)
	多変量線形判別	0 (0%)	6 (40%)
	線形 SVM	0 (0%)	0 (0%)

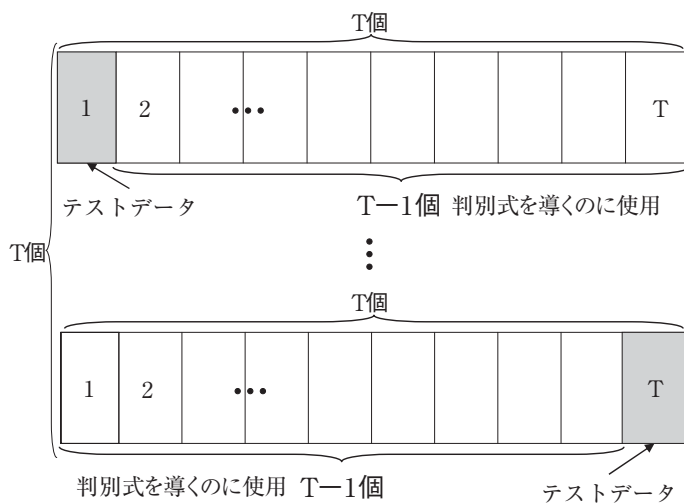


図2 Leave-One-Out交差妥当性の検証

得られたデータ集合から1件だけデータを抜いたデータ集合を作成し、そのデータ集合で判別式を導出して、抜いておいた1件のデータでテストを行うという平均精度評価法。今回の場合、115件（内部不具合変圧器データ + 正常変圧器データ）から1件を抜き、114件のデータから判別式を生成し、抜いておいた1件でテストをするということを115回行った。つまり、115回の平均精度が算出される。