

UUD 観測層（整形版・サンプル値）

Contents

1 注意	1
2 要旨	1
3 手法	1
4 図	2
5 結果（サンプル値）	4
5.1 アブレーション（汎化ギャップ Delta）	4
5.2 手法順位の分散	4
6 考察	4
7 限界	4
8 次の展開	4

1 注意

数値はサンプル値であり、実測値に置き換える前提である。

2 要旨

線形学習に対して、手法非依存の共通表現を生成する普遍観測層を提案する。距離保存・情報損失上界・等方化を満たすことで、主要な線形手法を同一入力空間に統合し、評価の一貫性と汎化安定性を高める。

3 手法

観測層は訓練データのみから固定する。

$$z = Ax + c \tag{1}$$

1. 標準化

$$x' = (x - \mu) \oslash \sigma \quad (2)$$

2. 分解

$$C = \frac{1}{n} X'^T X' = U \Lambda U^T \quad (3)$$

3. 次元選択

$$\frac{\sum_{i=1}^k \lambda_i}{\sum_{i=1}^d \lambda_i} \geq \tau \quad (4)$$

4. 写像固定

$$A = \Lambda_k^{-1/2} U_k^T D_\sigma^{-1}, \quad c = -A\mu \quad (5)$$

4 図

図は Mermaid から出力した PNG を使用する（未出力の場合はプレースホルダを表示）。

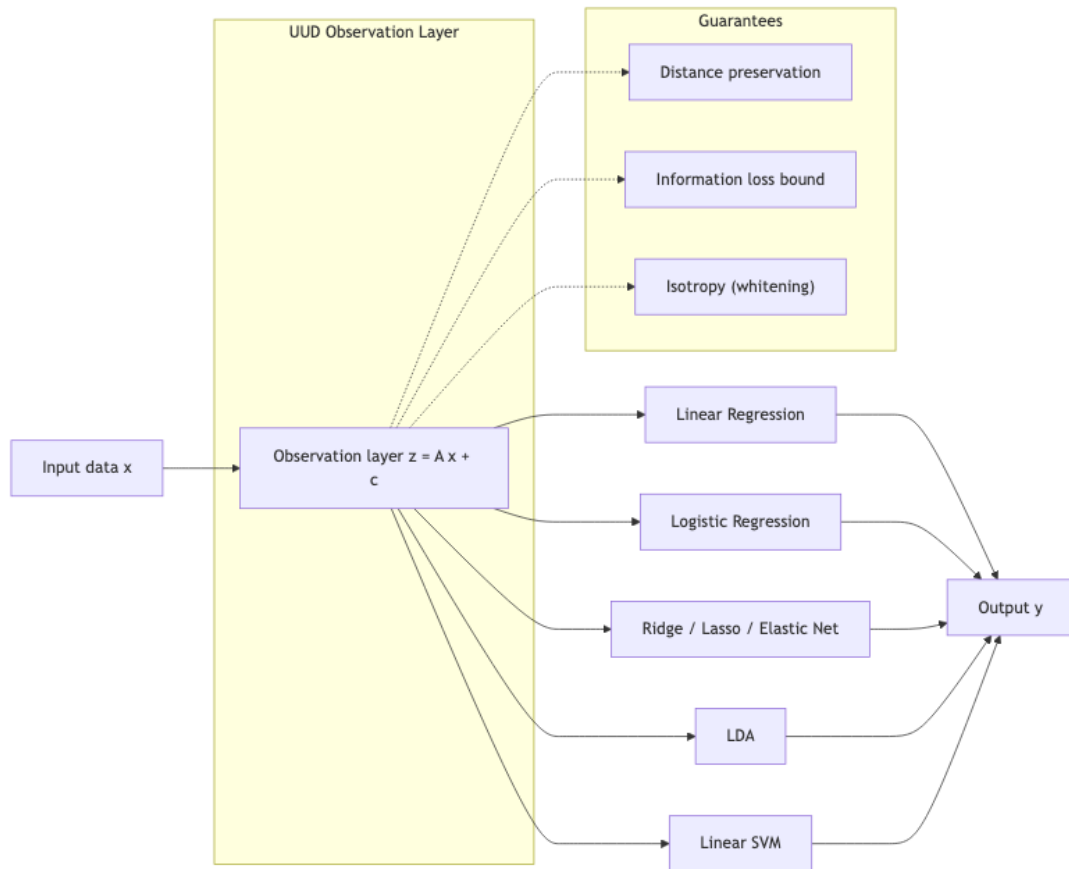


Figure 1: 観測層の概念と保証条件

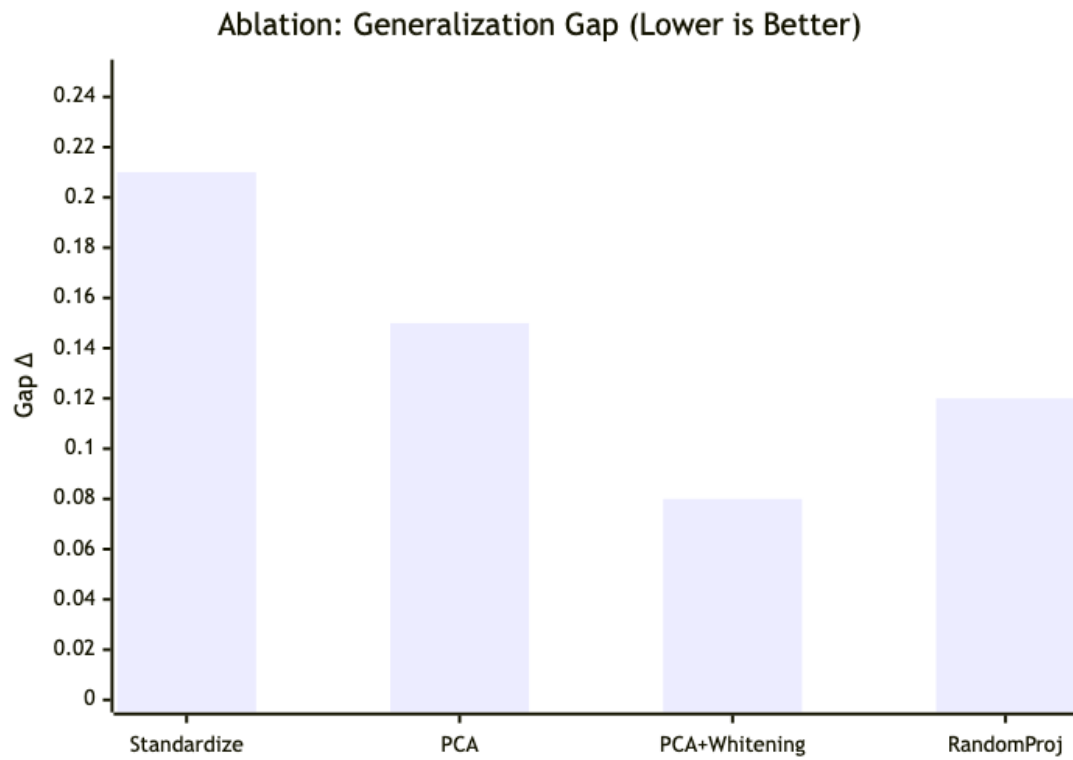


Figure 2: 汎化ギャップのアブレーション

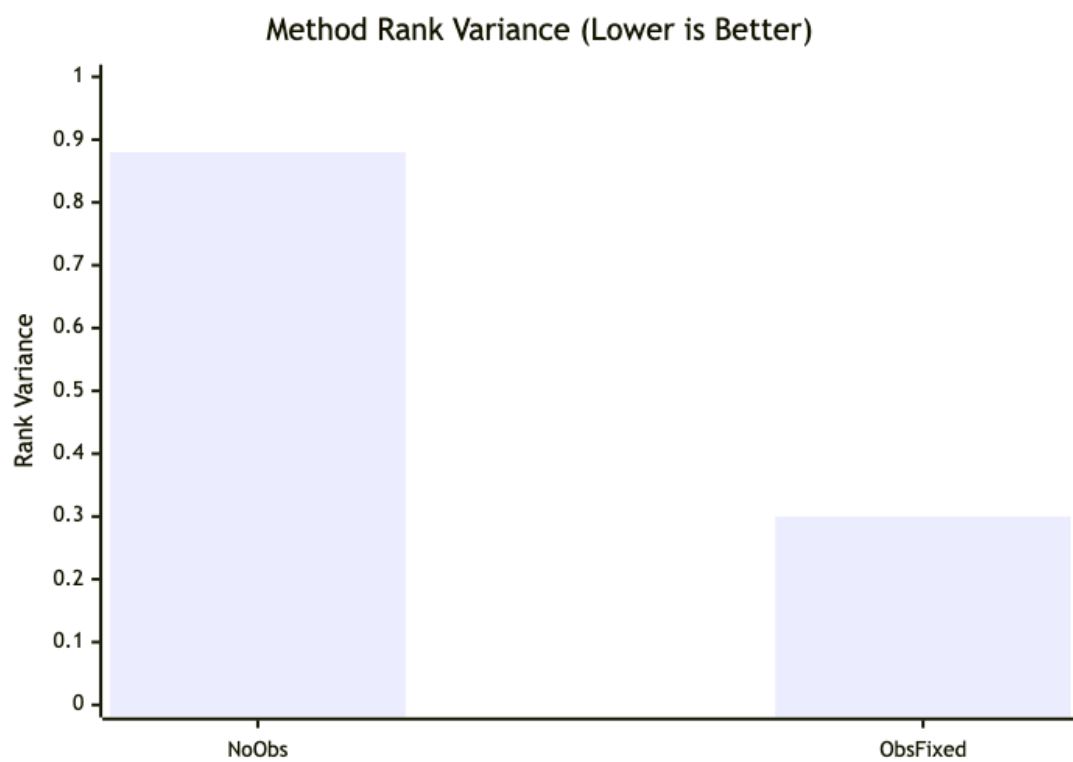


Figure 3: 手法順位の安定性

5 結果（サンプル値）

5.1 アブレーション（汎化ギャップ Delta）

- 標準化のみ: $\Delta = 0.21$
- PCA: $\Delta = 0.15$
- PCA+Whitening: $\Delta = 0.08$
- ランダム射影: $\Delta = 0.12$

5.2 手法順位の分散

- 観測層なし: 0.88
- 観測層固定: 0.30

6 考察

観測層の固定により汎化ギャップが縮小し、手法順位の変動が抑制される。サンプル値では等方化（Whitening）が最も一貫した改善を示す。

7 限界

- 線形観測は非線形分離が必要な問題で有効性が低下する。
- 情報が低ランクの線形部分空間に集中しない場合、性能が劣化する。

8 次の展開

- 非線形 $f(x)$ （自己教師埋め込み等）への拡張。
- 観測層と推論層の共同最適化。