

機械学習を用いた耐候性鋼材の外観評価

-背景・目的-

点検が難しい構造物として挙げられるのが

7021557 佐藤 耀平
指導教員 後藤文彦

日本のインフラの老朽化

道路、橋、トンネルが危ない！

「国交省による5年点検の義務付け」



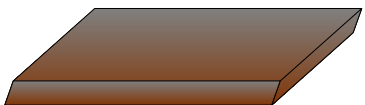
多くの構造物の点検が進む

耐候性鋼材鋼橋



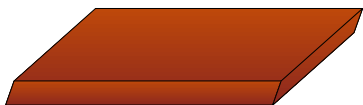
耐候性鋼材の特性

普通鋼材



サビにより母材が腐食していく

耐候性鋼材



保護性のサビを生成し、腐食を抑える

悪性化したサビ



保護性ではないサビ

耐候性鋼材鋼橋の点検の課題

- 点検者（専門家）によって評価が変わる
- 主観的な評価に依存している

機械学習を用いた耐候性鋼材の外観評価

-背景・目的-

点検が難しい構造物として挙げられるのが

7021557 佐藤 耀平
指導教員 後藤文彦

日本のインフラの老朽化

耐候性鋼材鋼橋

道路、橋、トンネルが危ない！



- ★主観的な評価ではなく、**定量的かつ客観的な評価方法**が必要
- ★画像処理を使って定量評価を目指す
- ★**グレースケール画像**を活用した機械学習手法を検討する



サビにより母材が**腐食していく**



保護性のサビを生成し、**腐食を抑える**



保護性ではないサビ

- 点検者（専門家）によって評価が変わる
- 主観的な評価**に依存している

耐候性鋼材の評点判別

1μm=0.001mm

評点	評点 5	評点 4	評点 3	評点 2	評点 1
状態					
粒径	—	1mm程度	1~5mm程度	5~25mm程度	25mm以上 (層状剥離)
錆厚	200μm未満	400μm未満	400μm未満	800μm未満	1000μm未満

安全

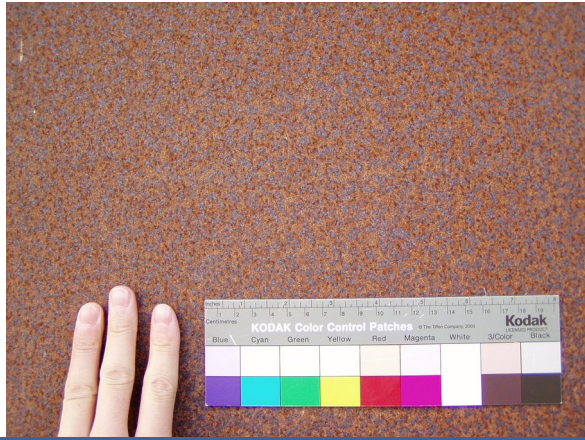


危険

使用データ

橋梁撮影画像

秋田県内 18箇所の
無塗装耐候性鋼材鋼橋



サビサンプル画像データ

日本橋梁建設協会
耐候性鋼材のサビサンプル



画像データ分布

サビサンプルデータは90
度回転させて4倍に拡張

評点5は建設直後のため、点検の
必要がないため除外する

データ種類	評点 1	評点 2	評点 3	評点 4
橋梁画像	36枚	39枚	40枚	36枚
サビサンプル	36枚	36枚	36枚	36枚

画像の前処理

色補正

カラースケールを用いて
全体のRGB値を補正

画像切り抜き

同じピクセル数で画像
データを切り抜く

グレースケール化

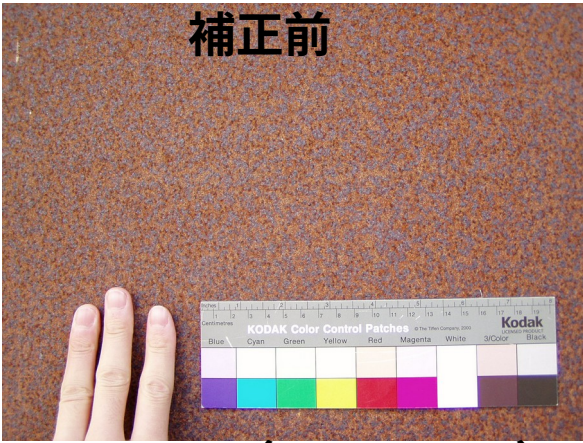
Linux コマンドを用いてグ
レースケール化

エッジ処理

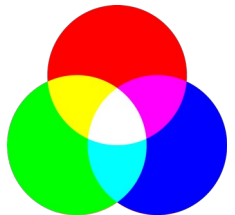
輝度差を検出し、
粒径を強調

色補正

撮影地点の光の
当たり方による差を補正

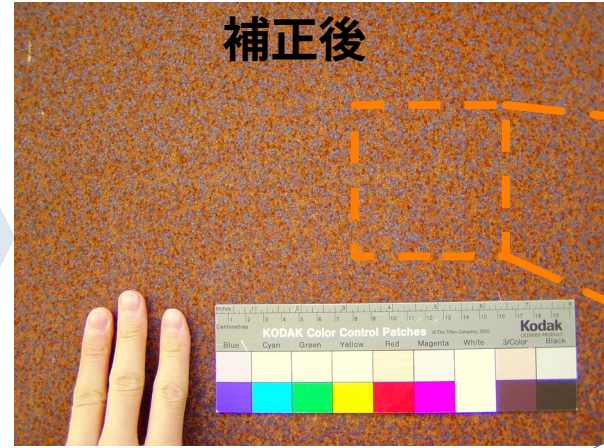


シアン (44,228,236)
イエロー (249,250,121)
マゼンタ (216,26,178)



基準値
シアン (0,255,255)
イエロー (255,255,0)
マゼンタ (255,0,255)

RGB値を最大化すること
で**さびの抽出性を高める**

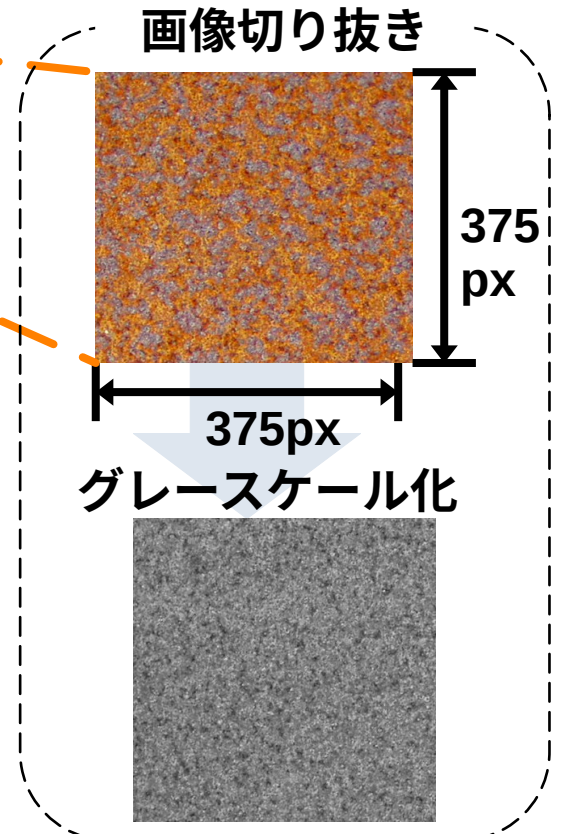


シアン (1,254,254)
イエロー (254,254,2)
マゼンタ (254,0,255)

対象データ	補正誤差
橋梁データ	0.78%
サビサンプルデータ	0.73%

補正式

補正前のRGB値 × 補正係数 = 基準値のRGB値



基準値
との差

エッジ処理

Canny法

単純化した2値化画像にして
サビの抽出性を高める

Python OpenCV cv2.Canny()関数
画像内の隣接する画素間の輝度差を検出
閾値を設定することで抽出する輪郭を変える

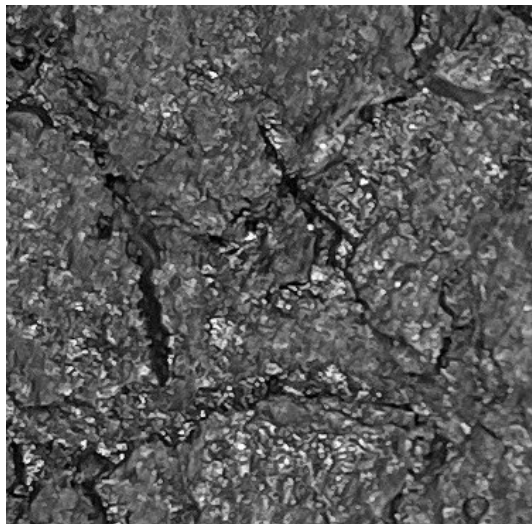
閾値

(閾値1, 閾値2)
閾値2以上の画素を確実に検出
閾値1はエッジの連続性を保つ

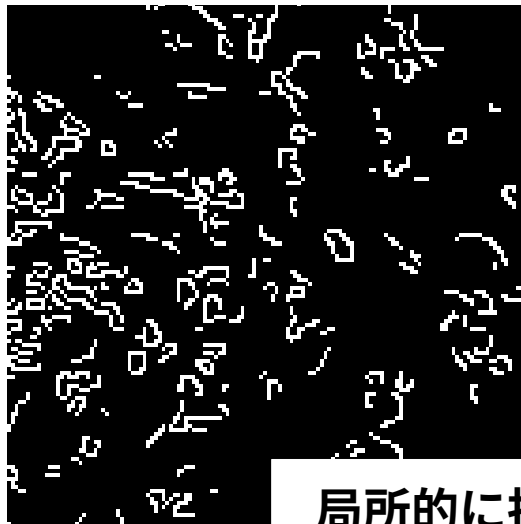
閾値1以上、閾値2未満の輝度勾配をもつ画素は、すでに検出されたエッジに隣接している場合にのみエッジに認識される。

評点1

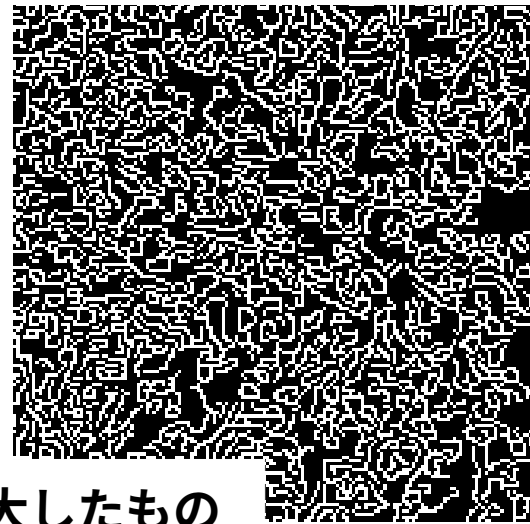
グレースケール画像



弱いエッジ処理 (250-300)



強いエッジ処理 (50-100)



局所的に拡大したもの

機械学習

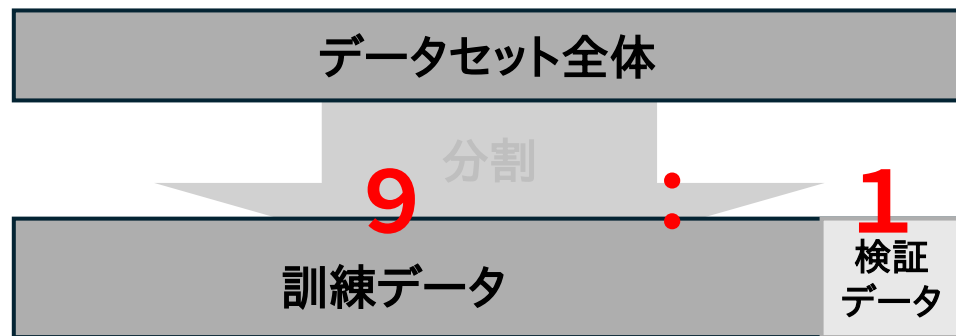
実行環境

Tensorflow sciki-learn

データの正規化

$$X_{norm} = \frac{X}{255}$$

データ分割

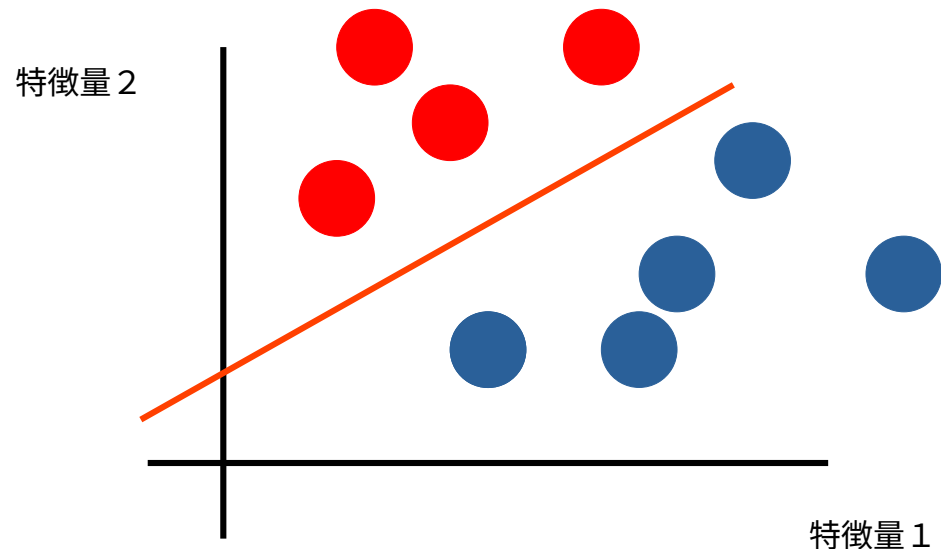


使用モデル

画像にラベルをつけた教師あり学習

SVM (サポートベクターマシン)

クラスごとの境界線を見つける



精度比較条件

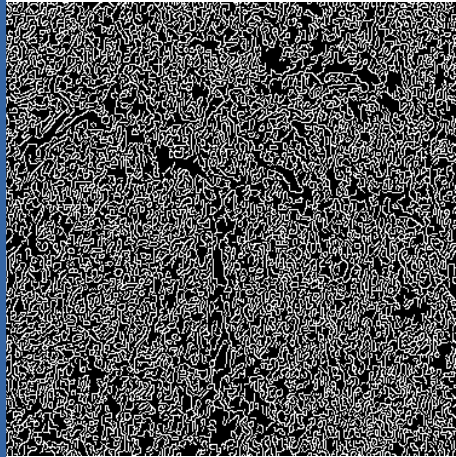
グレースケール画像・弱いエッジ処理・強いエッジ処理の
3条件で比較

結果

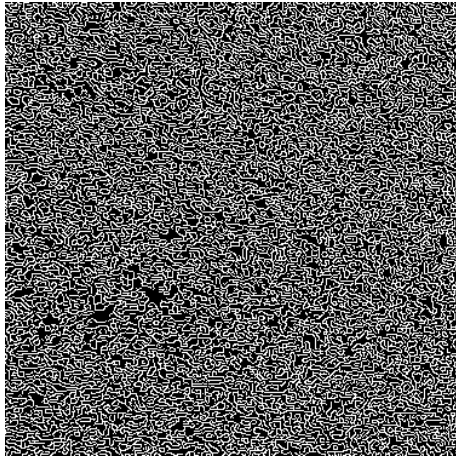
データ種類	グレースケール	エッジ弱	エッジ強
橋梁データ	25.3%	32.0%	25.0%
サビサンプル	47.7%	60%	31.2%

エッジ強

評点 1

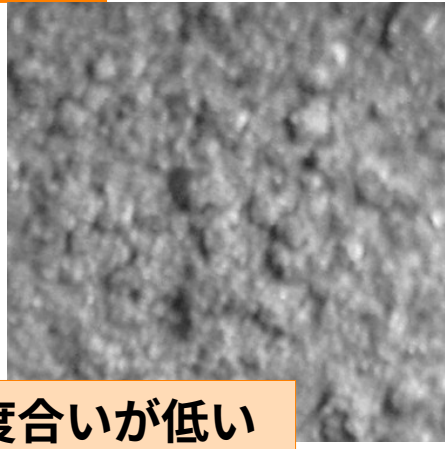


評点 4



エッジが細くなり判別が難しい

橋梁データ



エッジ抽出度合いが低い

エッジ処理による精度向上が見られた
→ エッジ処理の有用性

橋梁データの精度の低さ
→ 質の高いデータの確保が必要
→ 撮影環境の検討が必須

まとめ

グレースケール画像を用いた
耐候性鋼材の外観評価手法を検討した

エッジ処理の有効性

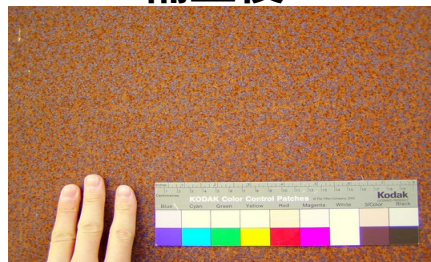
→適切なエッジ処理が精度向上に寄与

色補正手法の妥当性

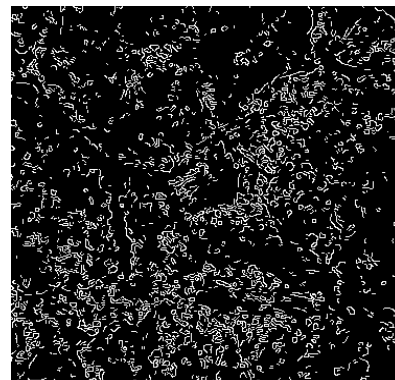
→光の当たり方を手動で調整可能

データ種類	補正後	エッジ弱	エッジ強
橋梁データ	25.3%	32.0%	25.0%
サビサンプル	47.7%	60.0%	31.2%

補正後



エッジ処理



今後の研究課題・展望

★ドローン撮影を用いた撮影画像から評点判別

★撮影環境による影響 → RGB値を変更した影響

★撮影方法の検討 → どのくらい広い範囲を撮影するか

補足資料

$$R'_{color} = \text{基準値} \quad R_{color} = \text{補正前}$$

$$\begin{pmatrix} R'_{cyan} \\ G'_{cyan} \\ B'_{cyan} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R_{cyan} \\ G_{cyan} \\ B_{cyan} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} R'_{magenta} \\ G'_{magenta} \\ B'_{magenta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R_{magenta} \\ G_{magenta} \\ B_{magenta} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} R'_{yellow} \\ G'_{yellow} \\ B'_{yellow} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R_{yellow} \\ G_{yellow} \\ B_{yellow} \end{pmatrix}$$



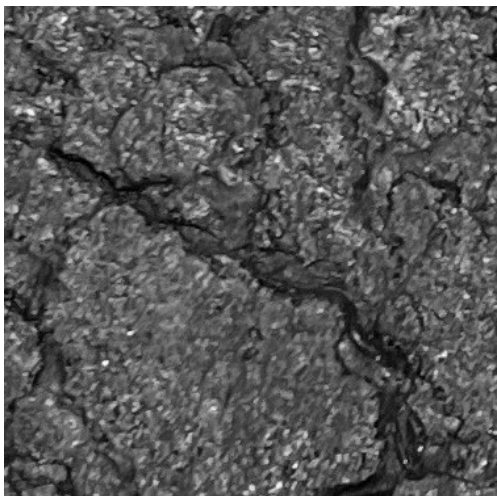
$$\begin{pmatrix} R'_{cyan} \\ G'_{cyan} \\ B'_{cyan} \\ R'_{magenta} \\ G'_{magenta} \\ B'_{magenta} \\ R'_{yellow} \\ G'_{yellow} \\ B'_{yellow} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_c & 0 & 0 & G_c & 0 & 0 & B_c & 0 & 0 \\ 0 & R_c & 0 & 0 & G_c & 0 & 0 & B_c & 0 \\ 0 & 0 & R_c & 0 & 0 & G_c & 0 & 0 & B_c \\ R_m & 0 & 0 & G_m & 0 & 0 & B_m & 0 & 0 \\ 0 & R_m & 0 & 0 & G_m & 0 & 0 & B_m & 0 \\ 0 & 0 & R_m & 0 & 0 & G_m & 0 & 0 & B_m \\ R_y & 0 & 0 & G_y & 0 & 0 & B_y & 0 & 0 \\ 0 & R_y & 0 & 0 & G_y & 0 & 0 & B_y & 0 \\ 0 & 0 & R_y & 0 & 0 & G_y & 0 & 0 & B_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h_{11} \\ h_{21} \\ h_{31} \\ h_{12} \\ h_{22} \\ h_{32} \\ h_{13} \\ h_{23} \\ h_{33} \end{pmatrix}$$

グレースケール

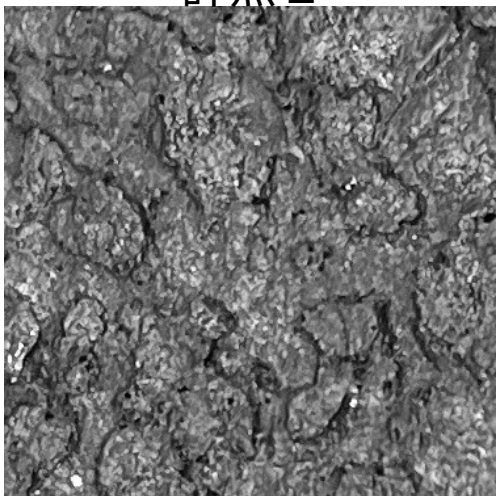
linuxコマンド

Convert 画像名 -colorspace Gray 変換後の画像名

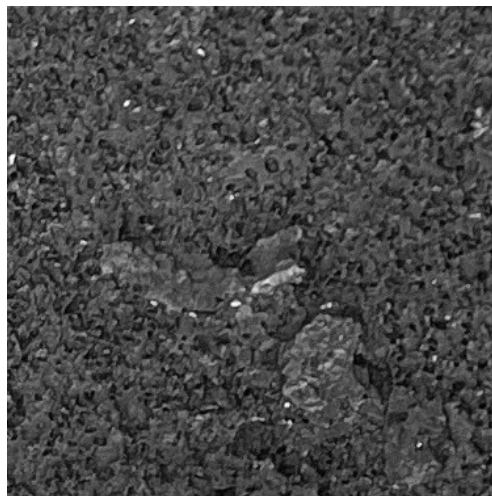
評点 1



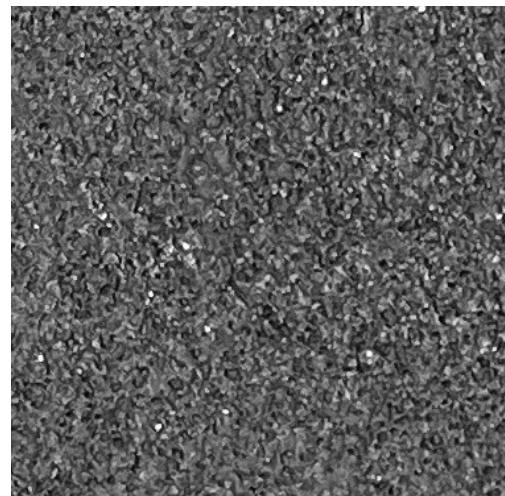
評点 2



評点 3

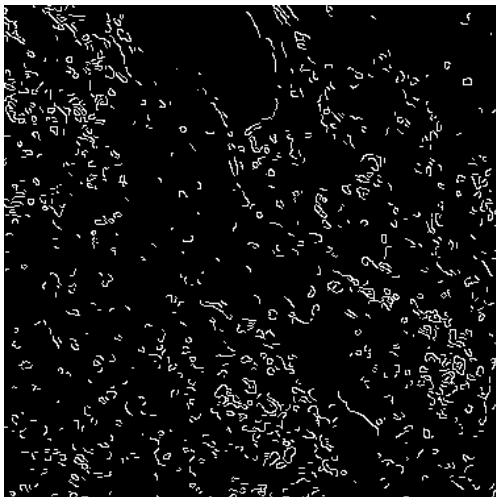


評点 4

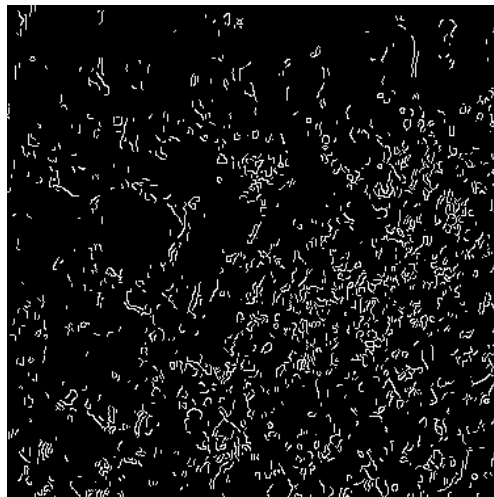


弱いエッジ処理（サビサンプル）

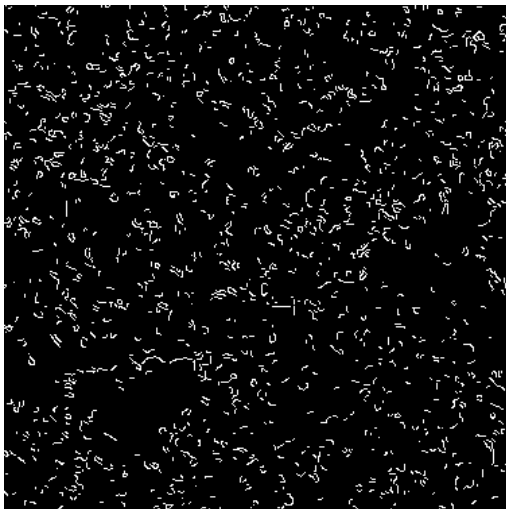
評点 1



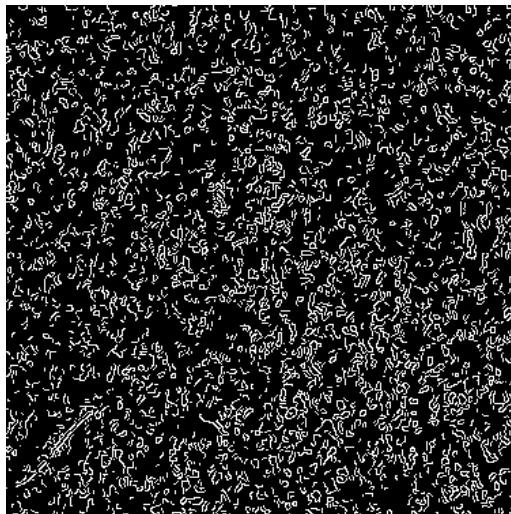
評点 2



評点 3

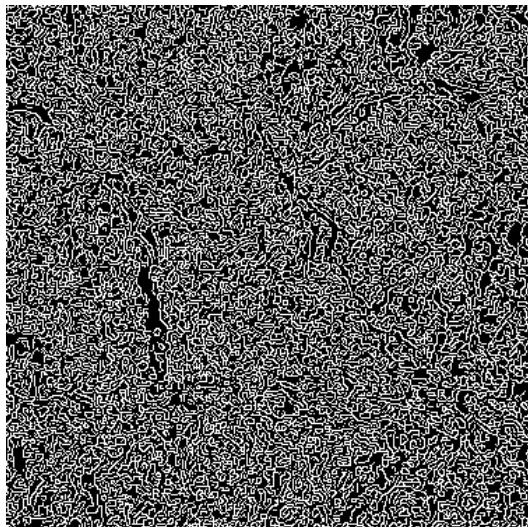


評点 4

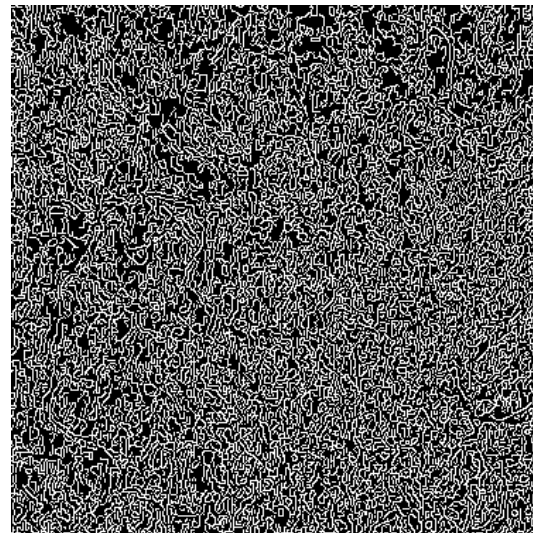


強いエッジ処理 (サビサンプル)

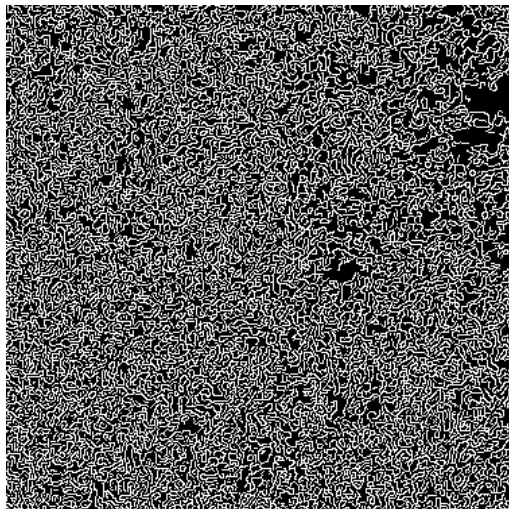
評点 1



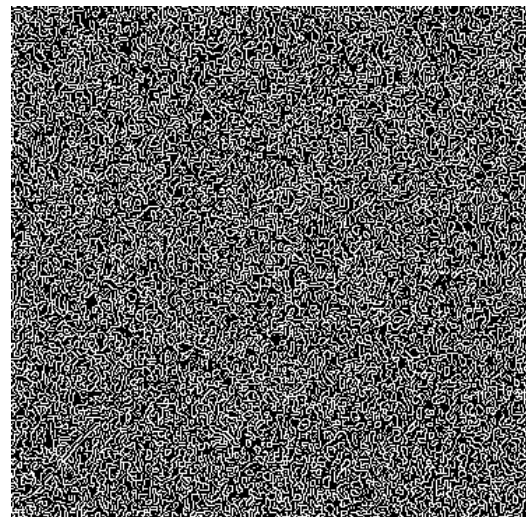
評点 2



評点 3



評点 4

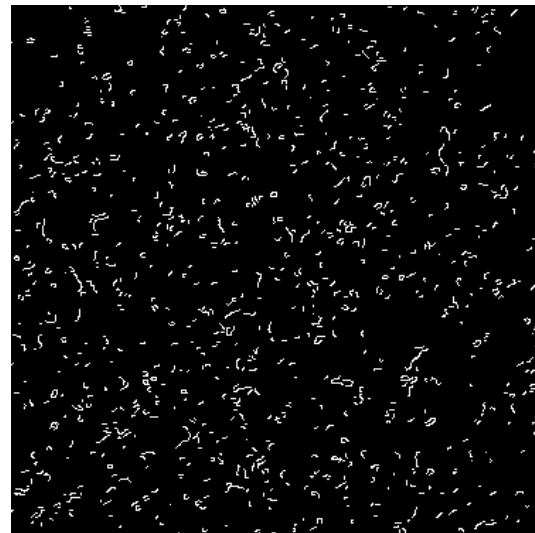


弱いエッジ処理 (橋梁画像)

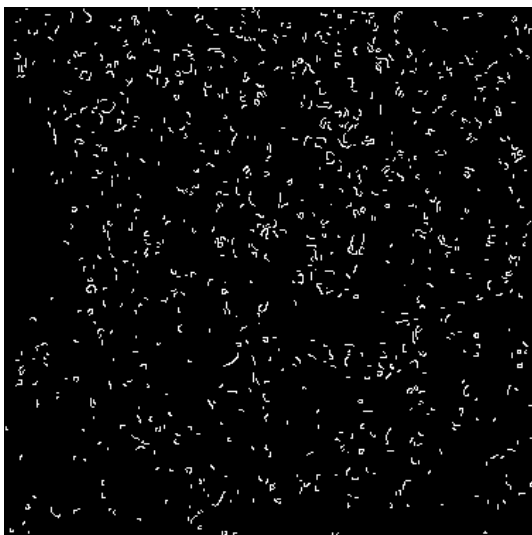
評点 1



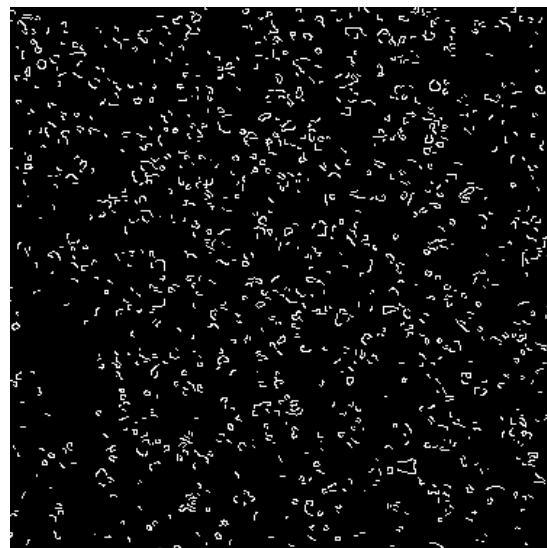
評点 2



評点 3

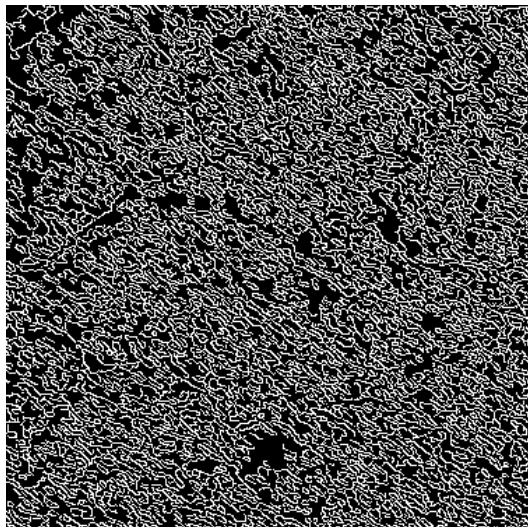


評点 4

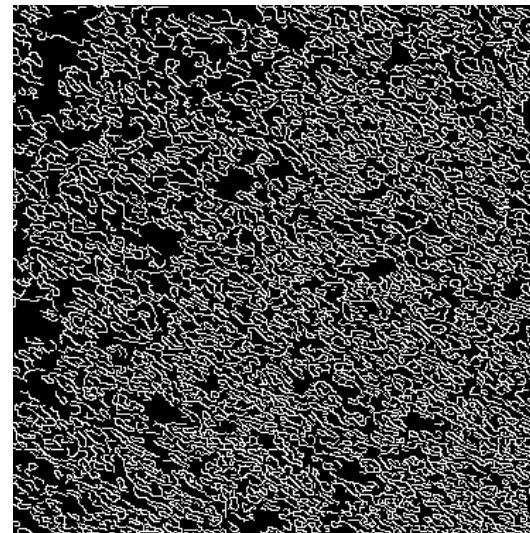


強いエッジ処理（橋梁画像）

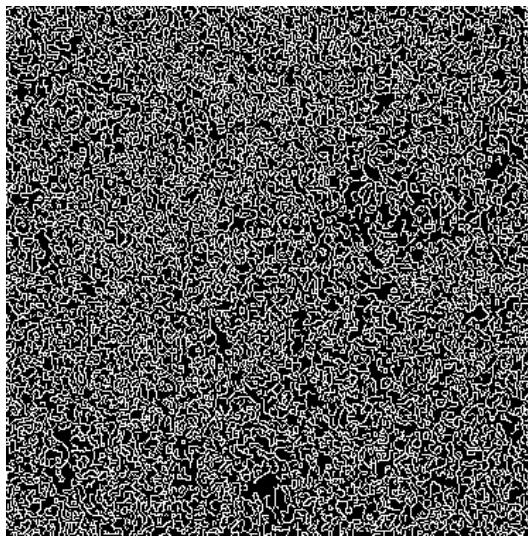
評点 1



評点 2



評点 3



評点 4

