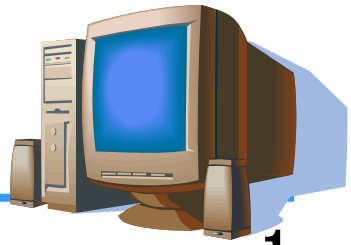
2021年度　第3回　SWIM研究会

CGの正解画像を使用した CycleGANによる輪郭検出方式

2021年 11月 27日

静岡理工科大学
情報学部　コンピュータシステム学科
工藤　司



目次

1. まえがき

2. 関連研究と本研究の狙い

3. CGによる正解データ作成と実験環境

3.1 CGによる輪郭強調画像の作成方法

3.2 輪郭強調CG画像生成機能の実装

3.3 実験環境

4. 実験と評価

4.1 画像の大きさに差異のある場合の評価

4.2 実画像とCG画像の輪郭強調画像による比較評価

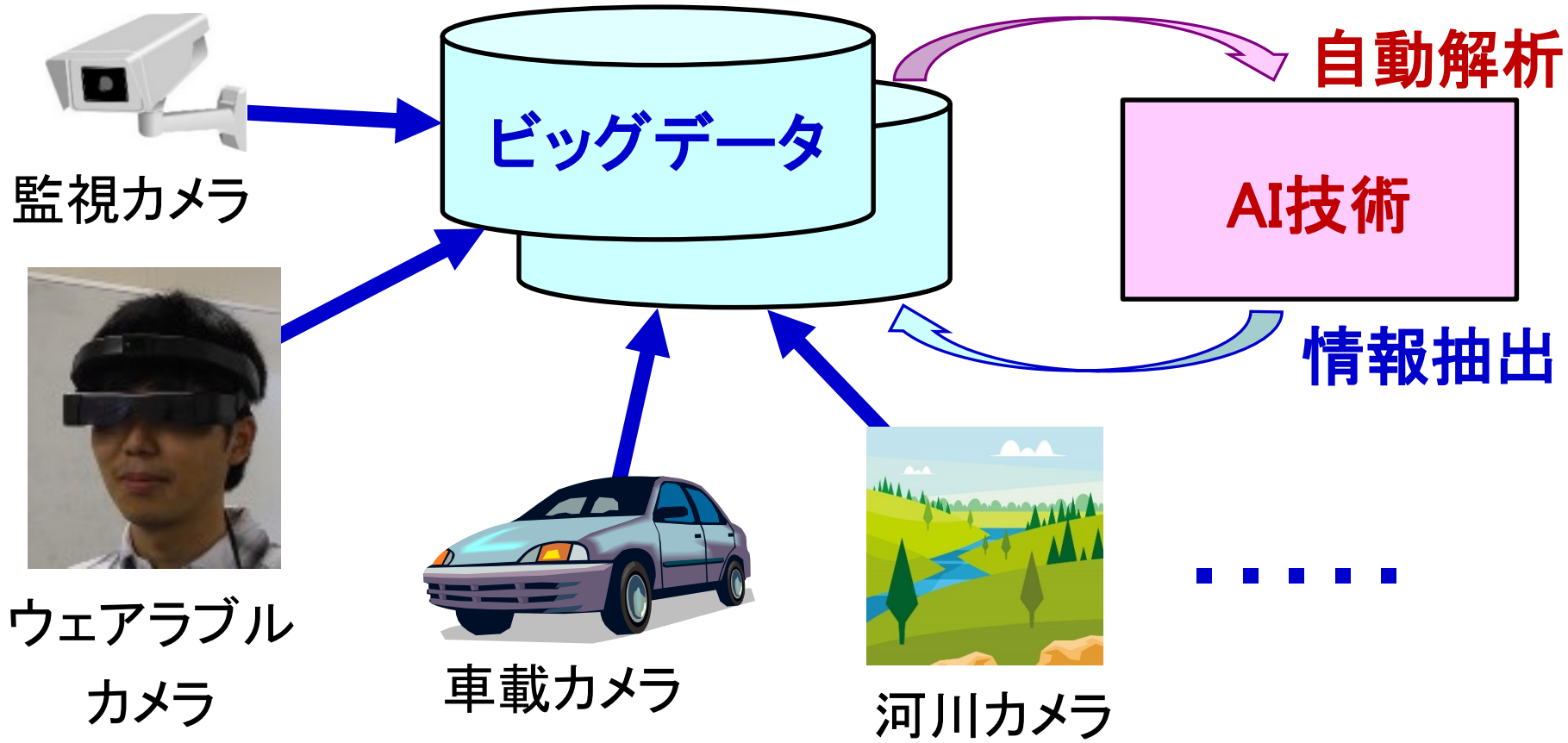
5. 考察

6. まとめ

1．まえがき

■ IoTの進展: センサからの多様かつ膨大なデータの流入

➢ AI（人工知能）技術による自動解析 の必要性

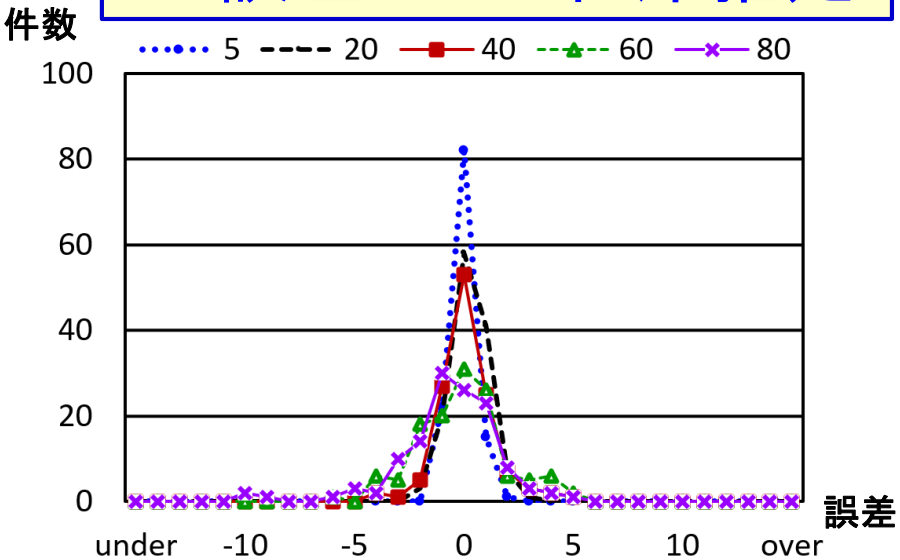


画像からの情報抽出：在庫管理

- バルクコンテナの在庫管理は，目視では困難
  - ✓ **深層学習**を活用，画像から実用的な精度で推定

- **課題：数千に及ぶコンテナのデータ収集・推定**

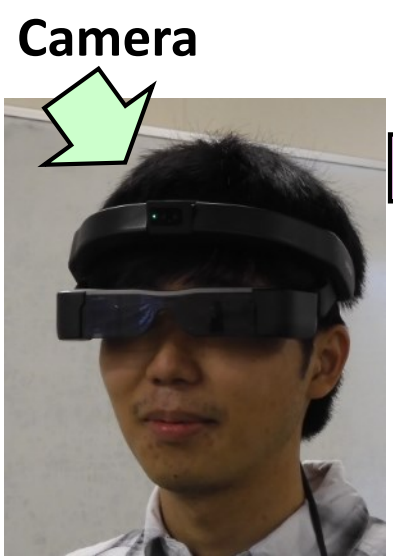
■ 誤差±5で在庫推定



自動的な画像収集による在庫推定

- 画像収集方法：実験システムで方式検証
  - 作業者でウェアラブルカメラで，動画を自動取集 (1).
  - 動画から抽出したコンテナの画像から，在庫推定 (3).

- 課題: 密集したコンテナからの対象コンテナ検出方式 (2).



(1) 動画収集　(2) 対象コンテナ検出　(3) 在庫推定

2. 関連研究と本研究の狙い

- 輪郭検出では，様々な方式が提案された.
  - しかし，密集した対象からの輪郭検出には課題.

- 画像処理技術の活用:
  - 方式：フィルタによるエッジ検出，ミーンシフトによる領域分割など.
  - 課題：不完全な輪郭では，精度が低下

- 敵対的生成ネットワーク（GAN)の活用：
  - 方式：対象画像から輪郭画像を生成
  - 課題：各訓練画像に対する正解（輪郭）画像の作成

CycleGAN

- CycleGAN: GANの1つの方式
  1. あるドメインの画像を，他ドメインの画像に変換.
  2. 訓練で，ドメイン間の1対1対応の正解画像が不要

- 先行研究の着想: 元画像からCycleGANで輪郭を検出

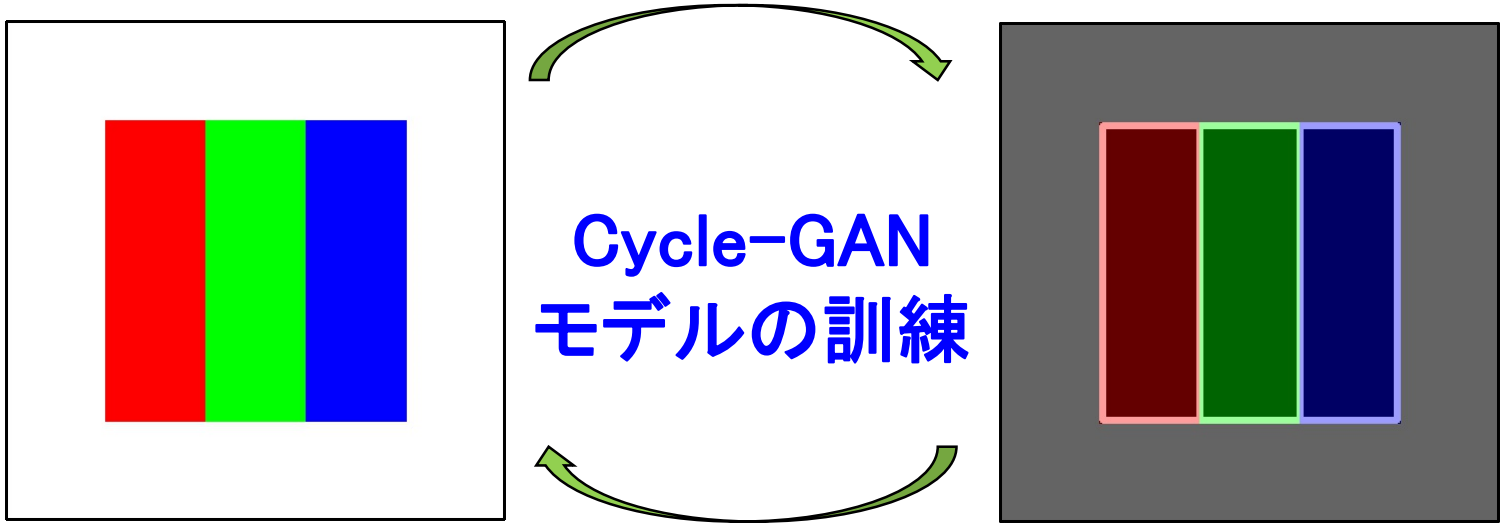
CycleGANによる輪郭検出方式 （先行研究）

■ CycleGANモデルの訓練

■ 相互変換可能な，2つのドメインで相互に訓練.

(1) 元画像

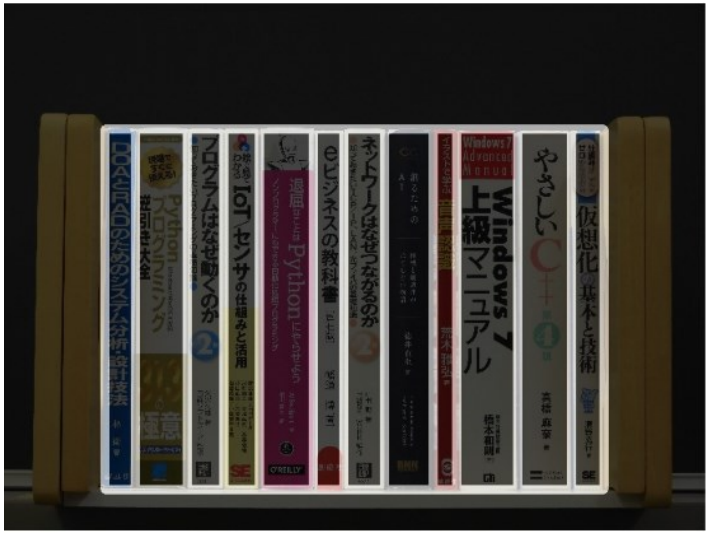
(2) 輪郭強調画像: 輪郭は明るく，他の領域は暗く変換.



(1) 元画像　　(2) 輪郭強調画像

輪郭画像の生成実験 （先行研究：密集対象）

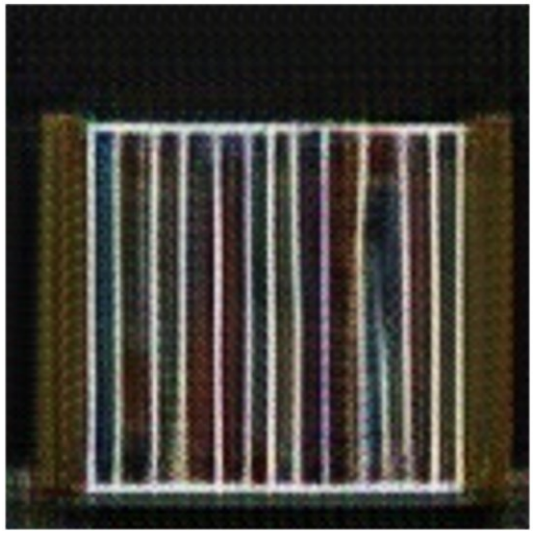
訓練



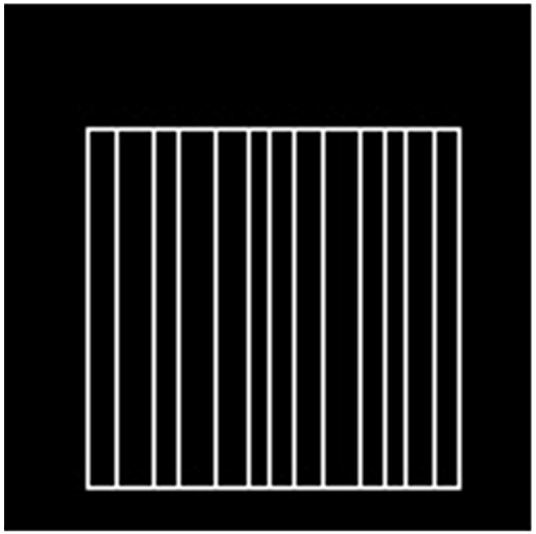
(a) 実画像

(b) 輪郭強調画像

画像変換



輪郭抽出



(c) 偽輪郭強調画像

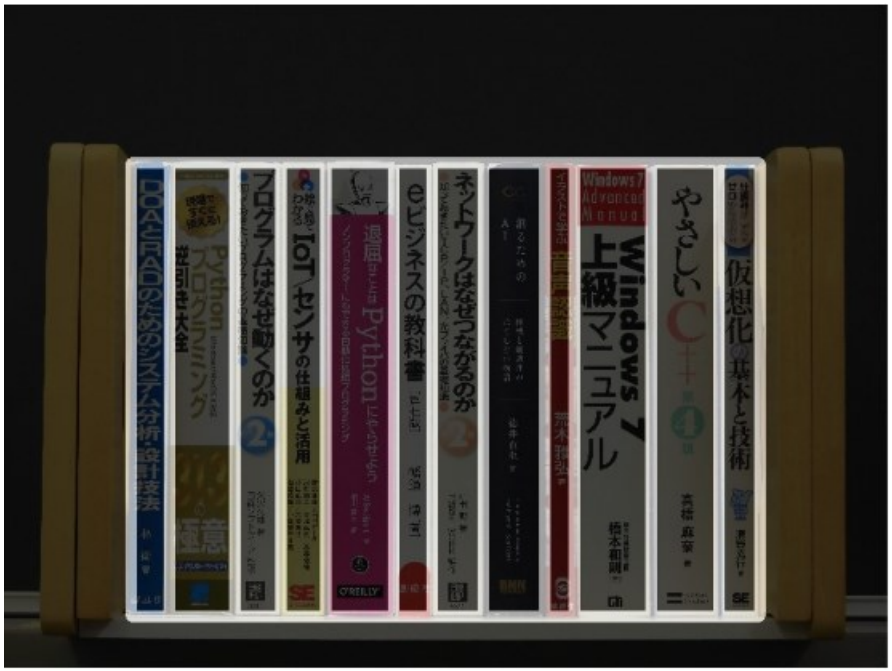
(d) 輪郭画像

輪郭画像の生成実験 （先行研究：密集対象）

- CycleGAN適用の評価：一定の精度で輪郭検出が可能

- 課題：正解（輪郭強調）画像を実画像から手作業で作成
  - 128枚（訓練：102枚；テスト：26枚）を，2倍に水増.
  - 輪郭の頂点を指定し，その後，画像を自動変換.

（1）元画像



（2）輪郭強調画像 （手作業）

本研究の狙い

- 先行研究の課題：GANによる輪郭検出の課題解決が検証されていない.

  1. 1対1対応の正解（輪郭強調）画像を使用
  2. 手作業による正解画像作成負荷

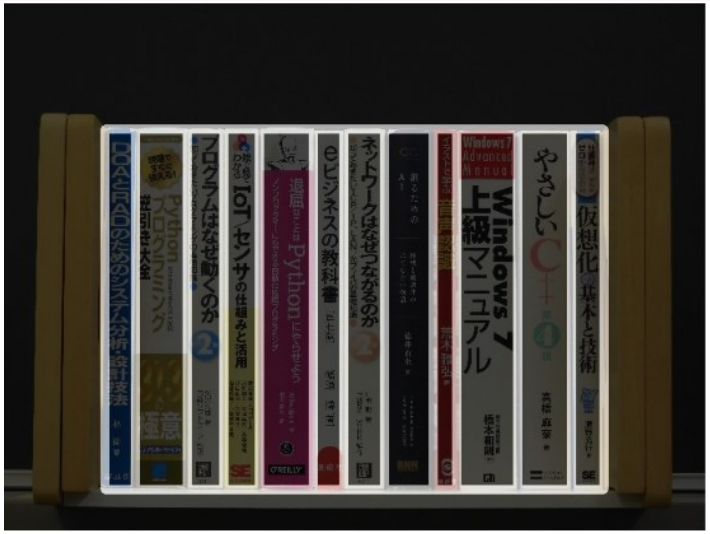
- 本研究の狙い：CGによる正解（輪郭強調）画像を使用，以下を示す.

  1. 1対1対応の正解画像が不要であること
  2. CGによる訓練画像自動生成が有効な応用分野

3. CGによる正解データ作成と実験環境

(a) 実画像

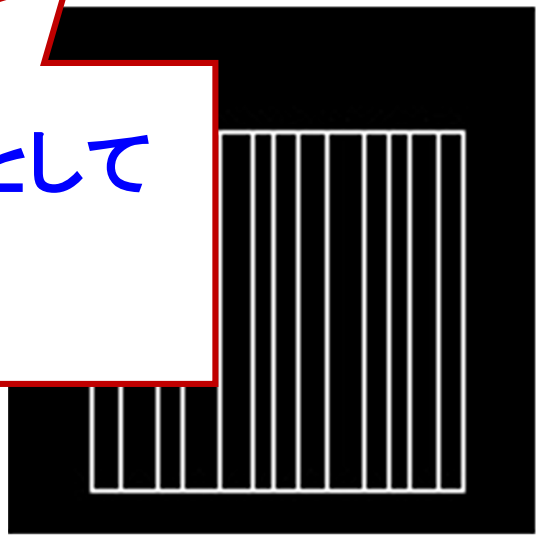
訓練



(b) 輪郭強調CG画像

画像変換

(c) 偽輪郭強調画像

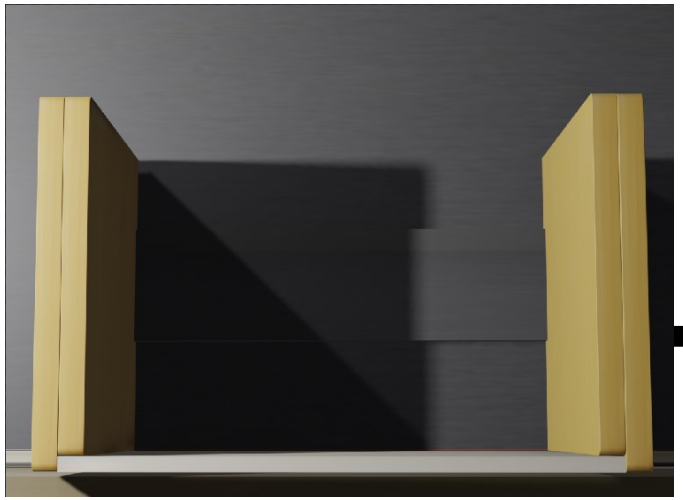


(d) 輪郭画像

輪郭強調画像をCG画像として

自動的に生成

CGによる輪郭強調画像の生成手順

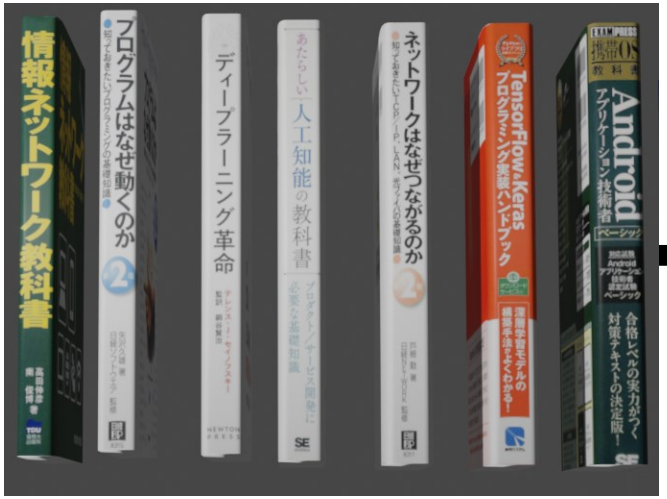


(a) 本棚のモデル

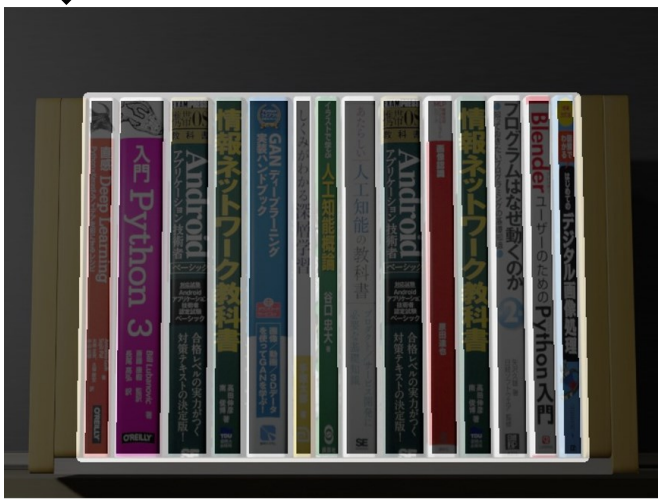
書籍をランダムに配置

(c) 書籍のCG画像

輪郭強調



(b) 書籍のモデル



(d) 輪郭強調CG画像

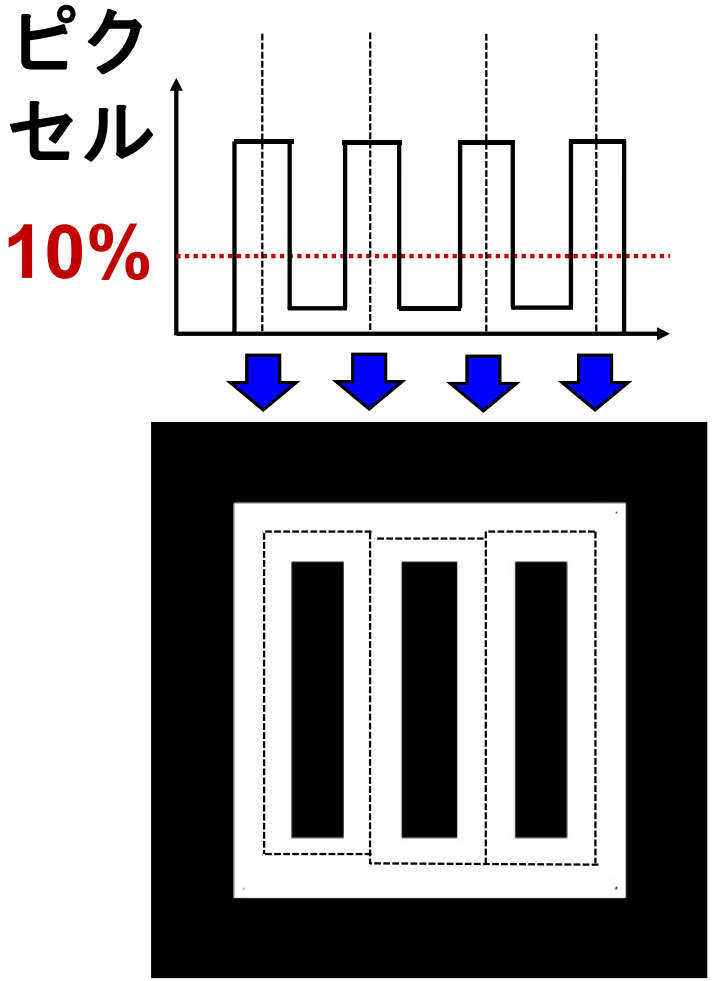
輪郭抽出処理の実装

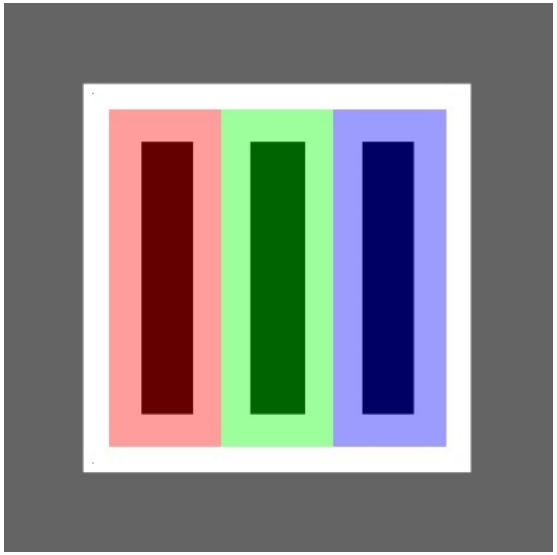
■ 輪郭:ピクセル数が閾値(10%)以上の範囲内の最大点

■ 輪郭強調画像の明度

✓ 輪郭領域:[156, 255]

✓ その他　:[　0, 100]





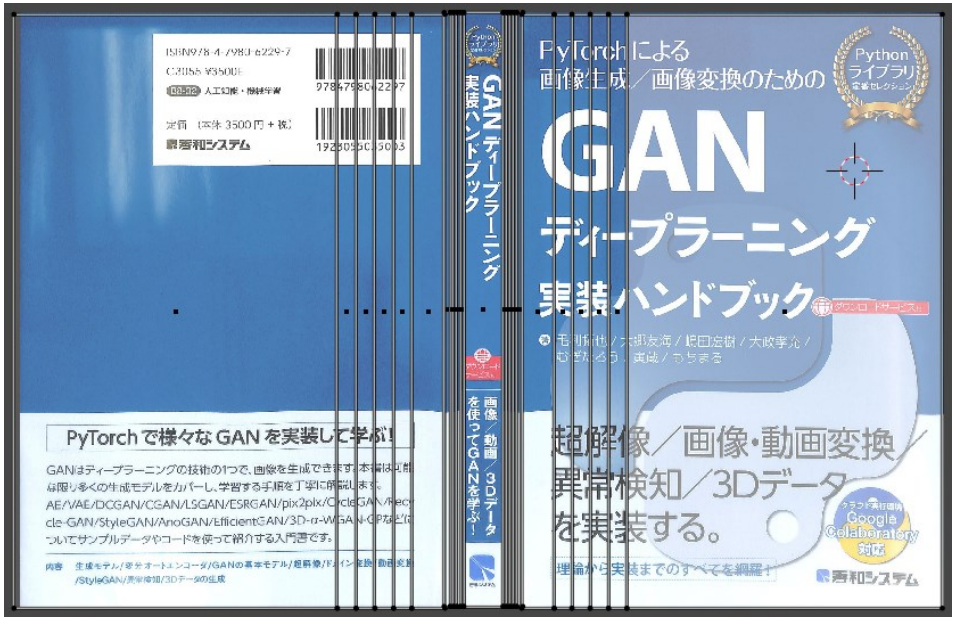
(a) 輪郭強調画像

(b) 輪郭

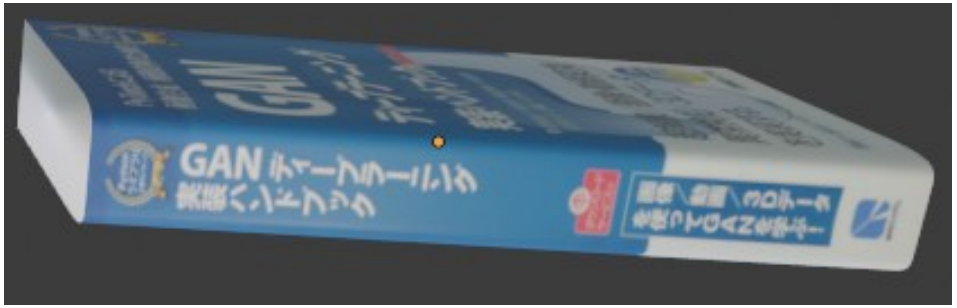
書籍モデルの作成

- 書籍のカバーの画像をスキャンし，貼り付け
- **書籍の隙間**：背表紙の境界をベベルし，丸み付け

書籍の間の隙間

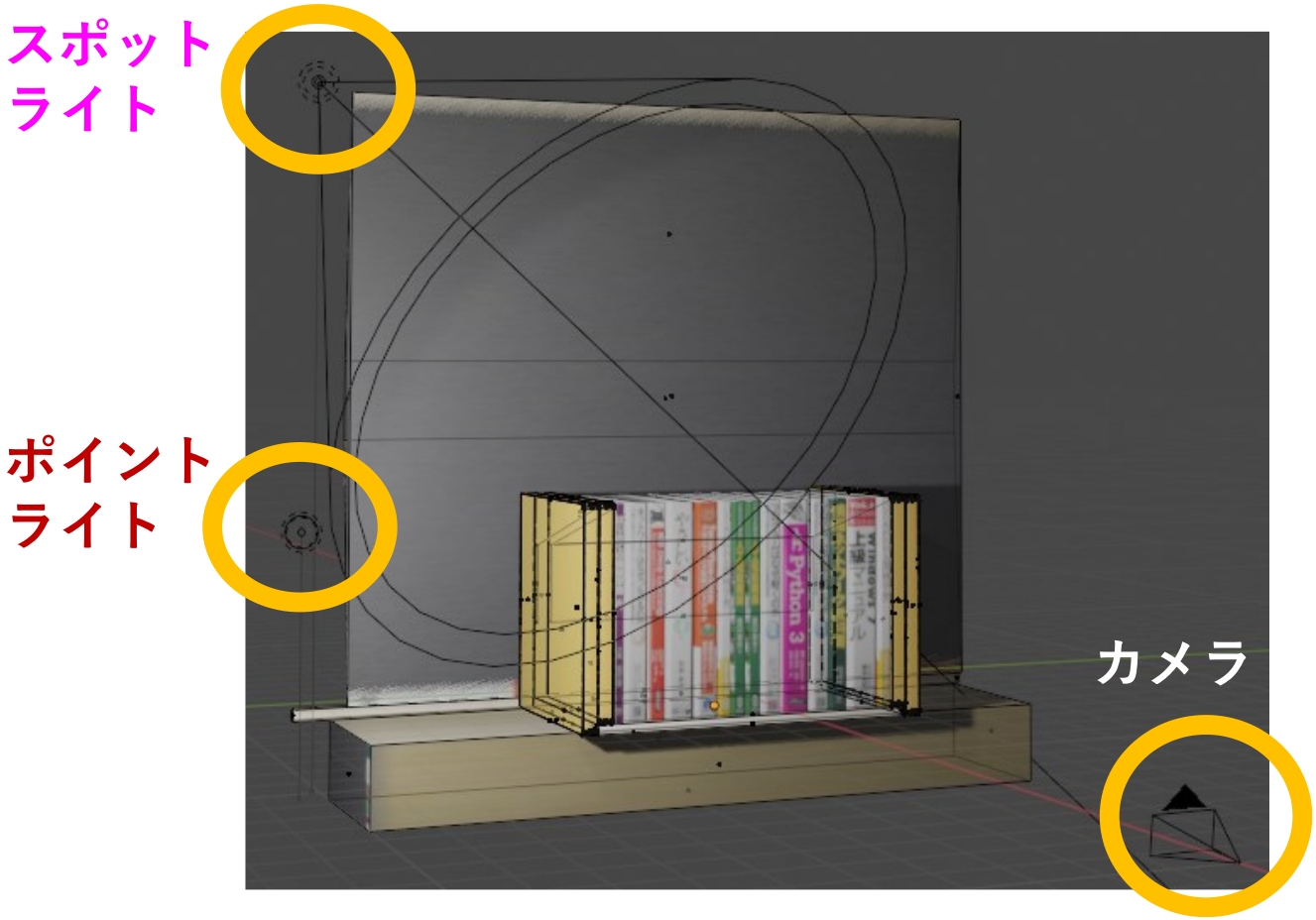


書籍のモデル



レンダリングの環境

- カメラ：正面中央，書籍底辺の高さ
- ポイントライト（左）で影を生成
- スポットライトで右側が暗くなるのを抑止



4. 実験と評価

■ 実験手順

(1) 訓練データ

- 実画像の元画像: 204枚 （先行研究に同じ）
- CG画像の輪郭強調画像: 204枚

(2) テストデータ

a. 実画像の元画像: 52枚 （先行研究に同じ）

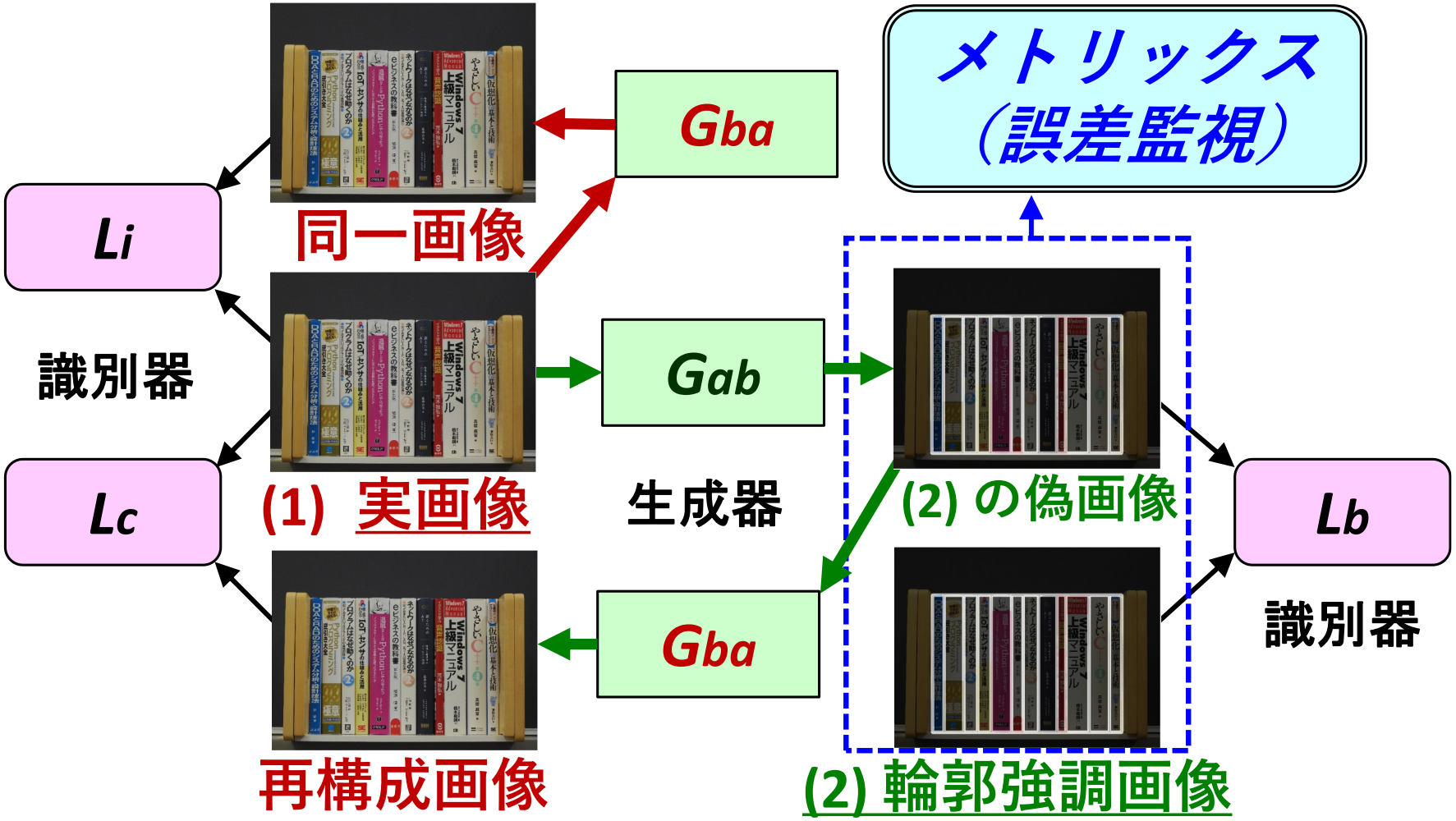
b. 正解ラベル: 実画像から抽出した各書籍の画像

(3) 訓練データでモデルを訓練

(4) テストデータで輪郭検出／書籍抽出し，精度を評価

CycleGANモデルの構成：双方向に構成

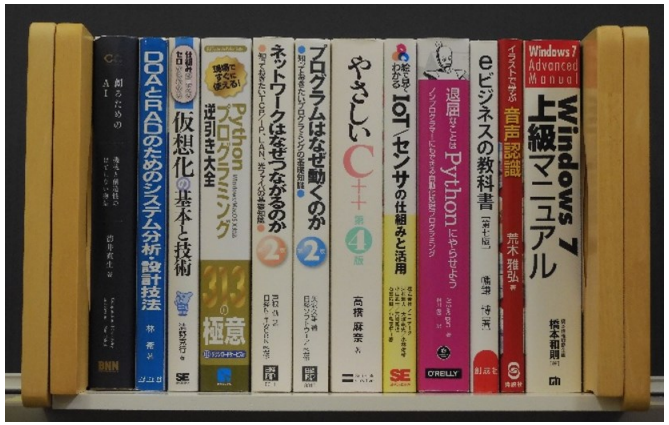
- 2つの生成器：*Gba*（実画像），*Gab*（輪郭強調画像）
- 3つの識別器；　ロスの重み：Lb = 4; Lc = 10; Li = 2.



輪郭検出精度の評価方法

■ 書籍の正解画像と，偽輪郭から抽出された書籍を照合

実画像



偽輪郭強調画像

書籍

テンプレートマッチング

正解画像

実験1：画像の大きさに差異のある場合の評価

実画像

CG画像

入力

位置調整なし

モデル内

128×128

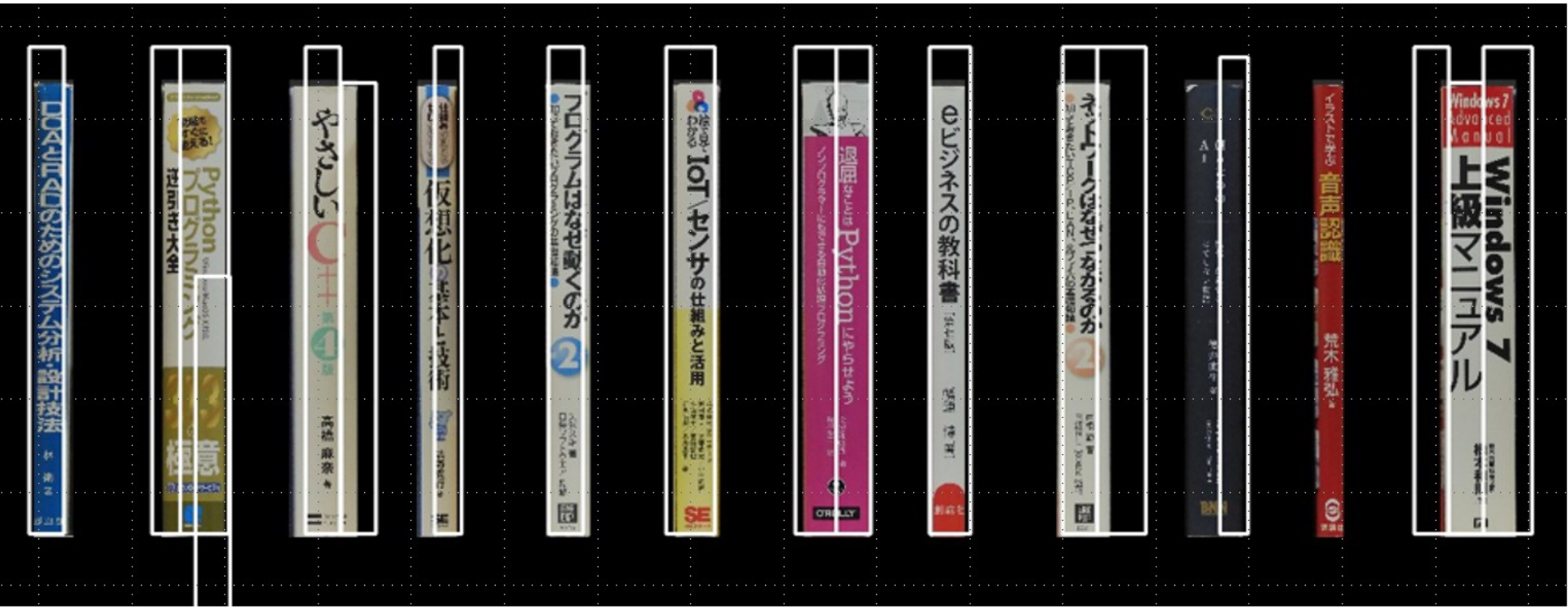
偽輪郭強調画像：

高さの差異

実験1：画像の大きさに差異のある場合の評価

■ テンプレートマッチングの結果

➢ 書籍の上辺で大きな差異



□ 白い矩形が，偽輪郭強調画像の書籍のマッチング位置

実験2：画像位置・サイズを整合の場合の評価

■ 正しい位置でマッチングした**輪郭強調CG画像**を使用

○ △△ ○ ○ ○ △△ △△ ○ △△ △△ ✖△△

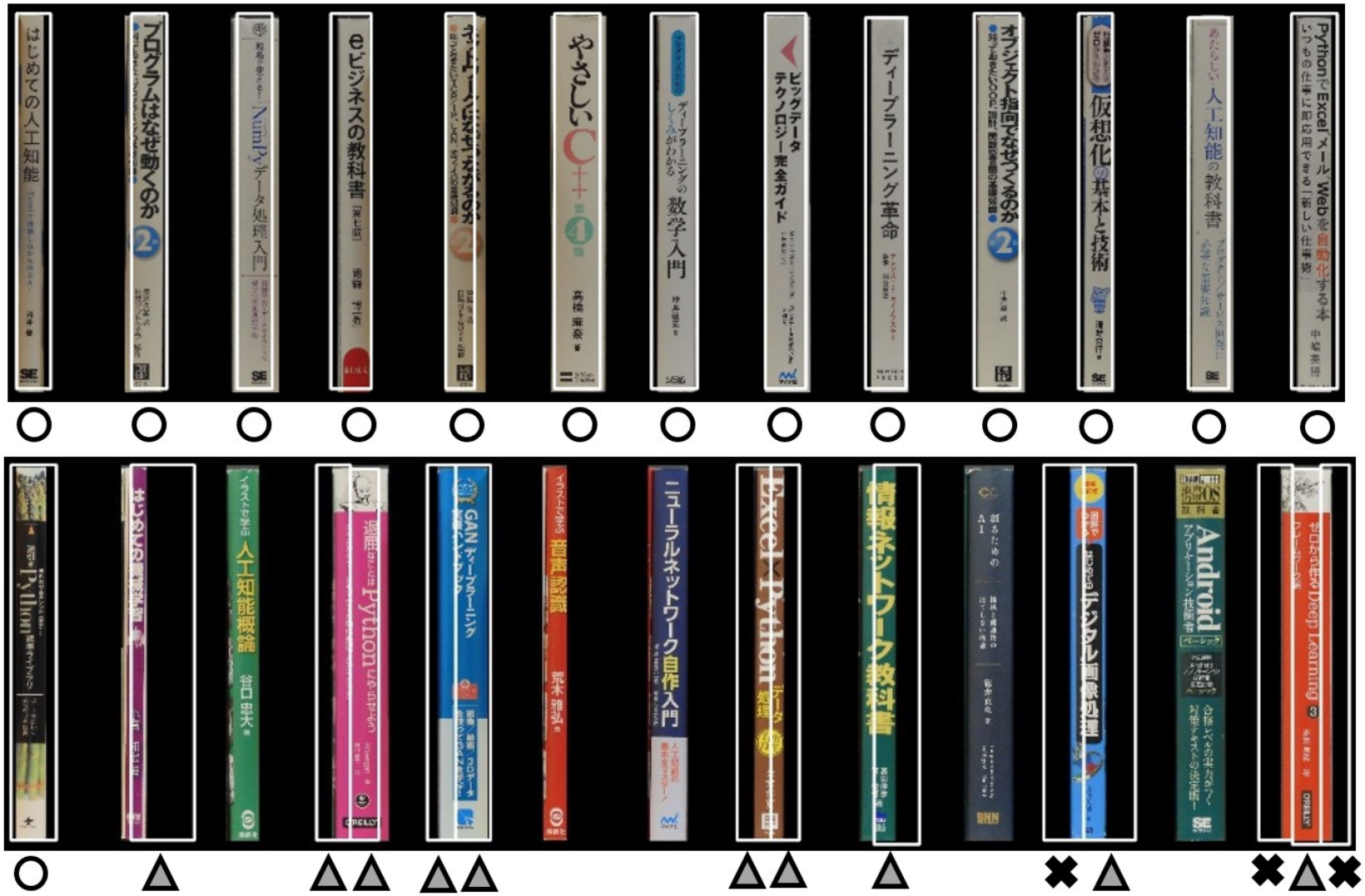
■スコア

○：概ね一致（1.0）；　△：半部以上一致（0.5）；

×：一致は半分以下（0.0）

先行研究における輪郭検出の精度評価

(1) 白い本は高い精度で検出； (2) 暗い本は低い精度



(1) 白い本

○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

(2) 暗い本

○ △ △△ △△ △△ △ ✖△ ✖△✖

輪郭強調画像（CG画像／実画像）の比較評価

■ 使用した輪郭強調画像により，書籍単位の認識に差異

CG画像

○ △△ ○ ○ ○ △△ △△ ○ △△ △△ ✖△△

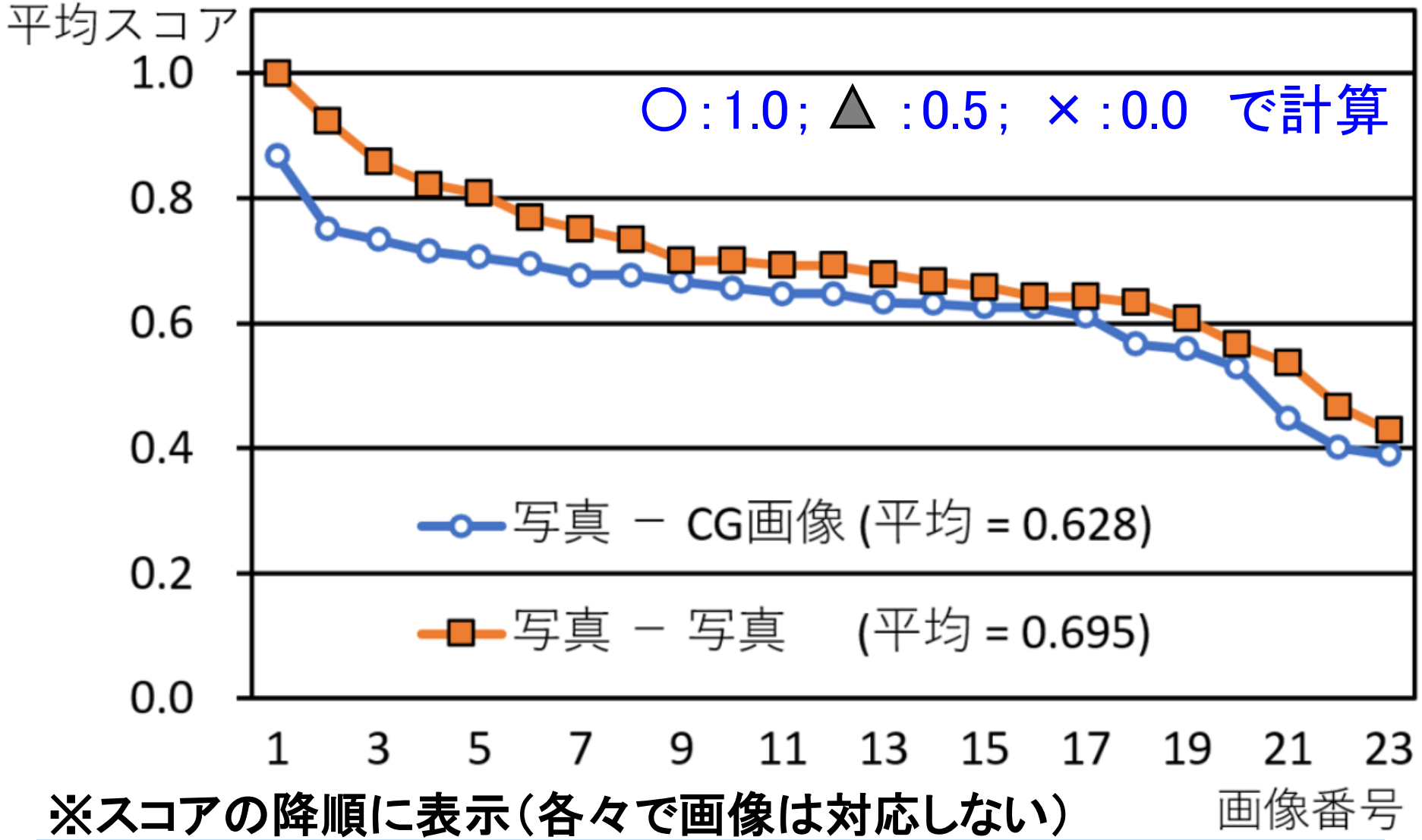
実画像

（先行研究）

△△ ○ ○ ○ ○ ○✖ ○ ✖○✖ △ △△

全てのスコアによる比較評価

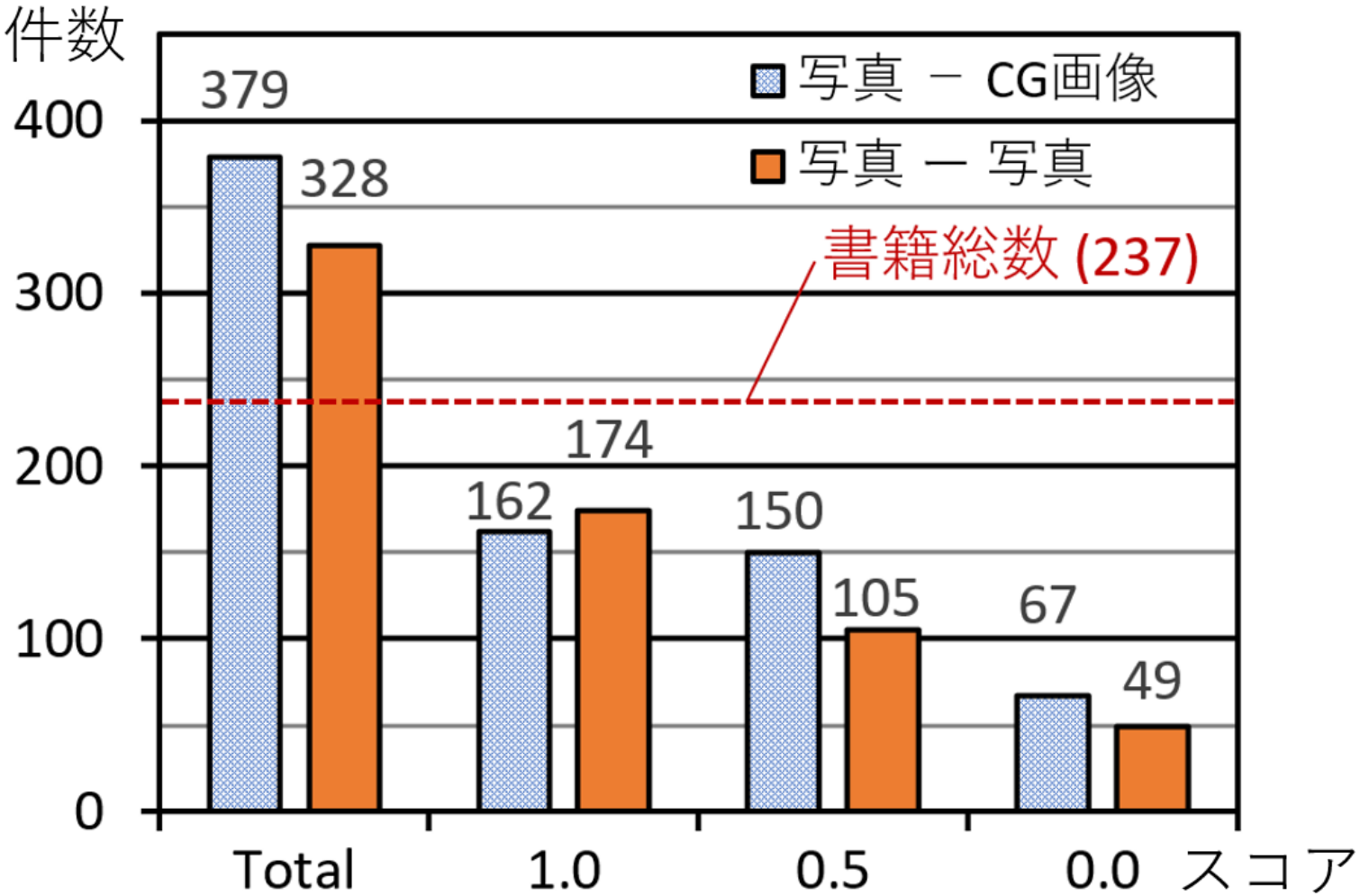
■ CG画像の場合は，スコアが9.7%劣化.



※スコアの降順に表示（各々で画像は対応しない）

各スコアの件数の比較

■ 1冊の書籍を分割検出：CG画像の場合はこの傾向が大
- 1.0の割合は，6.9%の劣化 （68.4%：73.4%）



分割検出

5. 考察

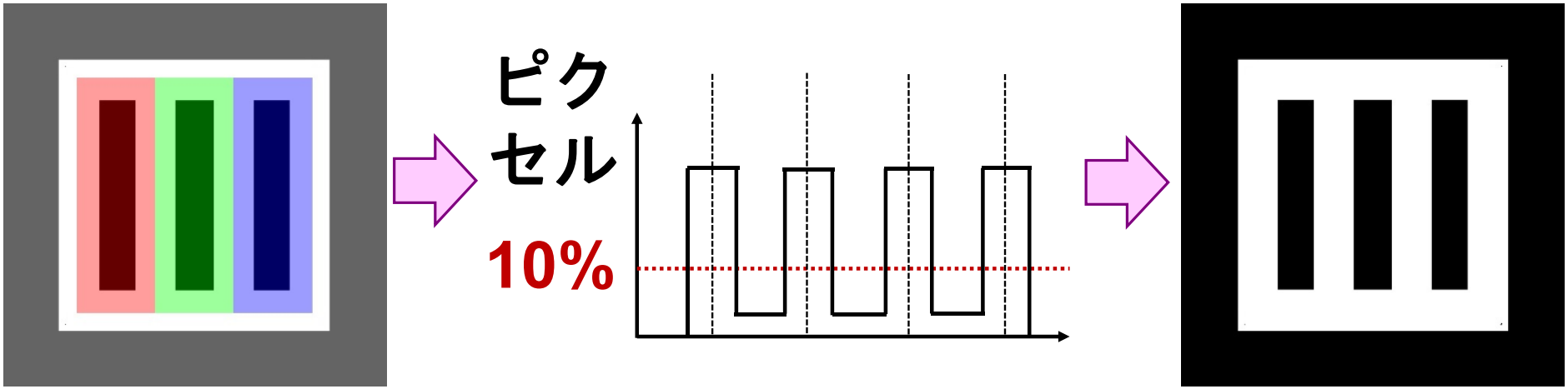
1. 本棚上の書籍の例では，CGによる自動生成可能
   - 1対1対応の正解画像は不要
   - 固定した環境で，対象の種類が少ない場合に有効
     - 例：道路上の車や，机の上の物体の検出など

2. CycleGANでは，画像間の形状の差異が精度に影響
   - 適用分野によっては，一次処理による補正が必要

5. 考察

3. 輪郭強調CG画像では，実画像に比較し6.9%劣化

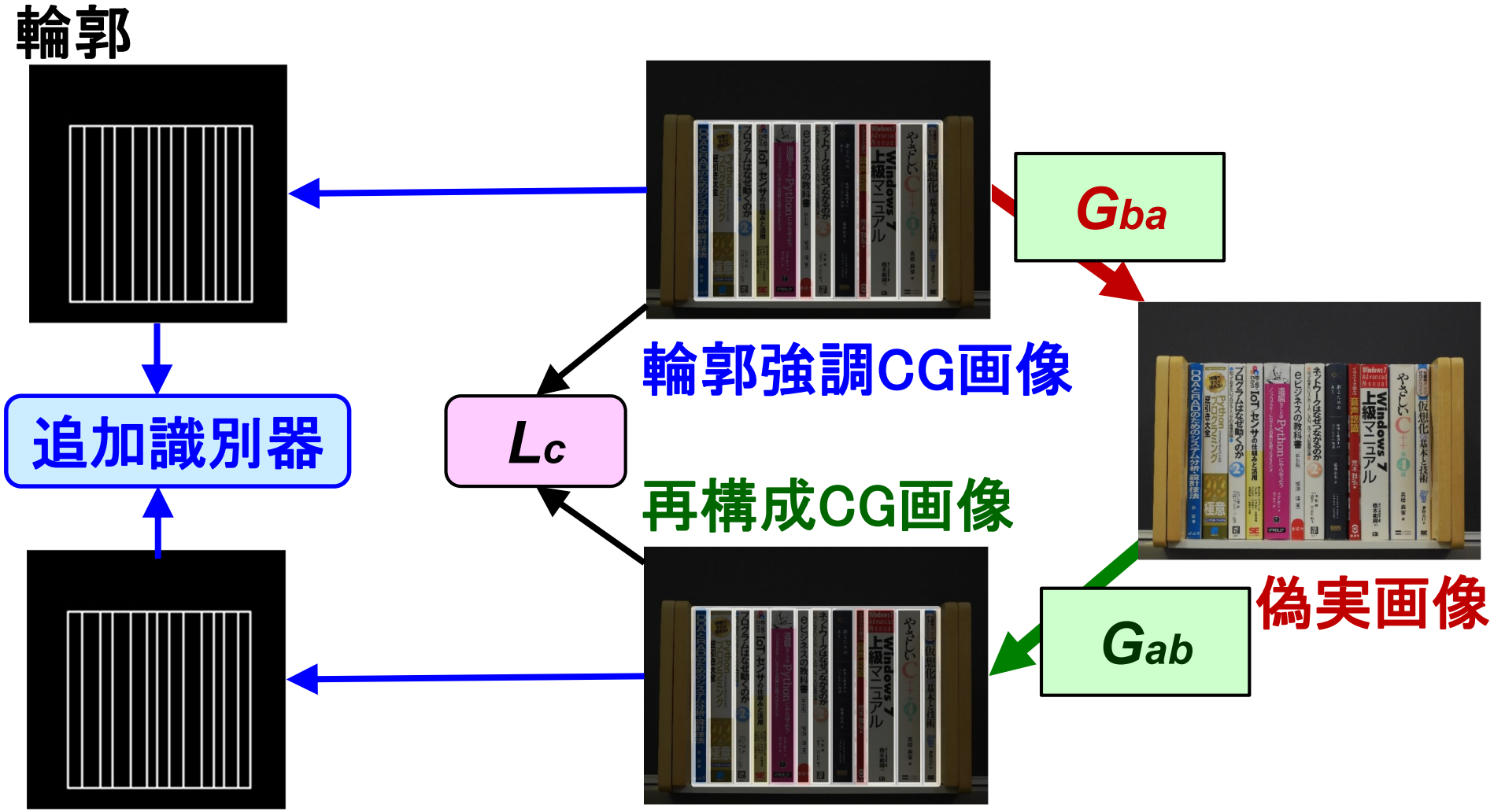
- 原因：輪郭の細分化
  - ✓ 1冊として検出されるところが2冊に分割検出
- 将来研究：検出精度の向上
  - a. 輪郭検出の閾値（10%）の調整
  - b. 元/再構成画像で，輪郭誤差の識別器を追加



5. 考察

➢ 対策：将来研究

b. 元／再構成画像で，輪郭誤差の識別器を追加



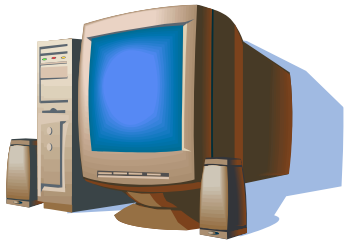
6. まとめ

- GANを活用した輪郭検出の課題
  - ✓ 対象画像と1対1に対応した正解画像の準備
    - ➢ 応用する上で，データ作成負荷が発生
- 本研究では，CG画像を活用したモデルの訓練を提案
  - ➢ 実画像使用の場合と概ね同精度（6.9%の劣化）
    - ✓ 1対1対応の正解画像不要
    - ✓ 対象の種類が少ない場合は，CGの活用が有効
- 将来研究：
  1. 輪郭検出精度の向上
  2. 実際の業務における精度の評価

CGの正解画像を使用した CycleGANによる輪郭検出方式

ご静聴ありがとうございました。

静岡理工科大学

総合情報学部　コンピュータシステム学科

工藤　司