

# ボリュームモデルに任意のデザインソースのデザイン性を反映させるファサードデザイン AI

建築都市デザイン学科 2280160002-0 池之上慎吾  
(指導教員 山田悟史)

## 1. はじめに

本研究は、建築デザイン分野におけるコンテンツ生成 AI の活用として、ファサードデザイン支援 AI の開発を目標としている。この目標に向けた本研究の目的は、人の意図を反映した画像生成 AI の可能性の検証である。

## 2. 研究概要

建築設計の初期プロセスであるボリュームスタディ後のデザイン検討を想定し、簡易 CG モデルに任意の意匠性を反映したデザインを画像として生成可能であるかを検証する。検証においては、ボリュームモデルの構成をふまえて、デザインソースの意匠性を取り入れた画像が生成可能かに着目して検証した。具体的には垂直・水平・格子といった構成を反映した画像の生成である。なお検証対象は計画地の場所性をデザインとして顕在化することが求められた小規模な空港ターミナルを想定した。サイズは奥行 20m・横幅 60m・高さ 20m 程度である。

## 3. 布をデザインソースとするファサードデザイン AI

### 3.1. 学習条件の設定

本項ではボリュームモデルに対する非建築物（布）のデザイン性の適用を試行した。人が設定したボリュームモデルを手掛かりに布のデザイン性を外観に転写するデザイン AI を目指した。学習モデルとして Cycle-Consistent Adversarial Networks<sup>A)</sup> (以降 CycleGAN と呼称) による画像生成を試みた。モデル図を図 1 に示す。このネットワークは画像ドメイン 2 種の間で双方向のスタイル変換が可能である。CycleGAN は学習に用いた画像内の輪郭に囲まれた領域間での画像分布の変換に長けている。

### 3.2. 布をデザインソースとした生成結果

図 2 に生成画像の一部を示す。①～④の各画像は上側が入力画像、下側が出力画像である。各ペアの入力画像の柱の位置・分割数に着目して出力画像を比較すると、布の折り目の凸部分（比較的色が明るい部分）が柱に対応していることが視覚的に読み取れる。また角度に着目してみると、折り目の角度も柱に対応していることが分かる。

## 4. 伝統住居をデザインソースとするファサードデザイン AI

### 4.1 予備実験

#### 4.1.1. 学習条件の設定

本章では、伝統住居のデザイン性の適用を試みた。これは「地域の文化や歴史を表現するタイプの建築物の設計」という場面において、対象地の伝統建築を選定した、という設定である。3 章と同じく人が設定したボリューム

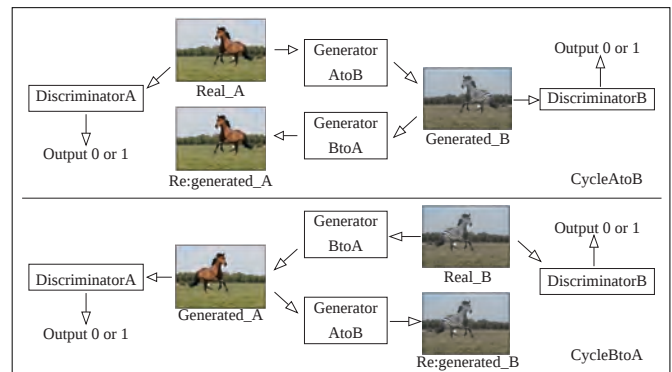


図 1 学習モデル (CycleGAN)

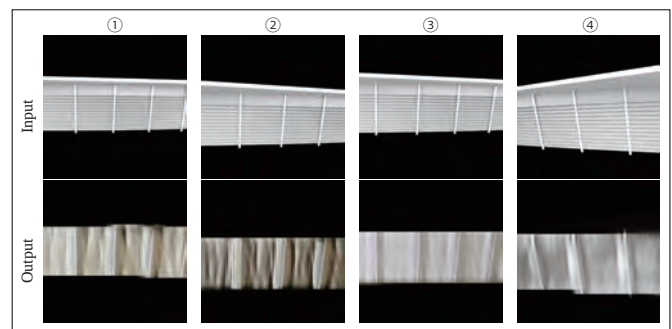


図 2 入力画像と出力画像（布）

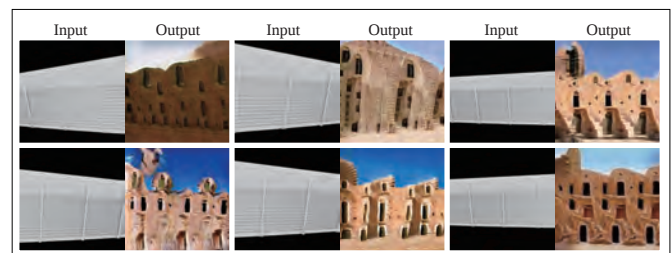


図 3 入力画像と出力画像（クサール）

モデルを手掛かりに伝統住居のデザイン性を外観に転写するデザイン AI を目指した。なお伝統住居にはチュニジアのクサールを採用した。学習には前章と同じネットワークを用いた。モデル画像は前項と同じものを使用し、クサールの画像はインターネットを用いて収集した。

### 4.1.2. クサールをデザインソースとした生成結果

図 3 に生成画像の一部を示す。ペアの左側の画像が入力画像（レンダリング画像）、右側が出力画像である。まず、どの出力画像もクサールのデザインの特徴（丸い屋根、四角い窓など）が反映されている。次に、入力画像と出力画像の対応について次項において追加検証した。

## 4.2. 人の意図の汲み取りの検証

### 4.2.1. 人の意図の汲み取りの検証（垂直方向）

入力画像のユニット（柱による分割）数と出力画像のユニット数（屋根や窓の上下の連なり）の対応を検証した。検証方法として、学習済みモデルに同一アングルで柱の本数を2倍にした画像を入力し、生成画像を比較した。図4に生成画像を示す。①と②、③と④の入力画像はそれぞれ同一アングルであり、②と④の柱の本数を増加させた。各画像を比べると、入力画像のユニット数の増加に応じてユニット数も増加していることが読み取れる。また同時にこの結果は、学習画像に使用していないユニット数の入力画像でも生成と対応が可能であることを示している。

### 4.2.2. 人の意図の汲み取りの検証（水平方向）

前節に加えて、水平方向の分割にも同様の対応が見られるかを検証を行った。水平線を強調したボリュームモデルを作成して学習を再度実行し、前項と同様に同一アングルの入力画像を加工した場合の出力を比較した。図5に生成画像の一部を示す。①は学習画像に含まれる画像、②③④はルーバーの位置を上下に変化させた画像である（学習画像に含まれない画像）。水平方向の分割に着目すると、出力画像の水平方向のデザイン性の切り替わり位置が入力画像に対応していることが分かる。

### 4.2.3. 人の意図の汲み取りの検証（格子）

前節より生成画像をコントロールできることが分かった。さらに本節では格子形状の検討と併せて、情報量を減少させた色分けのようなモデルを用いた場合にも生成画像をコントロールできるのかも検証した。これに合わせて、窓を模した塗分けを壁面に施したモデル4種を用いてそれぞれ学習を行い、出力画像を比較した。

結果を図6に示す。①は窓を乱雑に配置、②3:2の交互配置、③3行の整列、である。④は③のモデルを拡大したものである。生成画像からわかる通り、どのモデルを用いた学習においても比較的モデル画像での塗分けの部分に近い位置に窓が生成されていることがわかる。しかしながら、③と④を比較した際、④は③を拡大した画像を用いているにもかかわらず生成画像は④のほうが正確な位置に窓を生成している。伝統住居の学習画像内での窓の平均的な個数に④のモデル画像中の塗分け下部分の数が近いということがこの理由として考えられる。

## 5. 設計者に対するヒアリング

本研究のAIがアイデア発想に寄与し得るについて、組織設計事務所の設計者を対象に図4及び図5の画像を用いたヒアリングを行った。「良い点」には、短時間で複数画像の比較検討ができる、ボリュームスタディから具体的なイメージ写真に置き換えられる点に可能性を感じる、といった回答が挙げられた。「悪い点」にはデザインが単調だという指摘があった。「実際の設計業務に用いてみたいか」という質問に対しては、使用してみたいという回答が多く、理由には作業の効率化だけでなく、脳を拡張したい、発想を広げたいという意見も挙げられた。

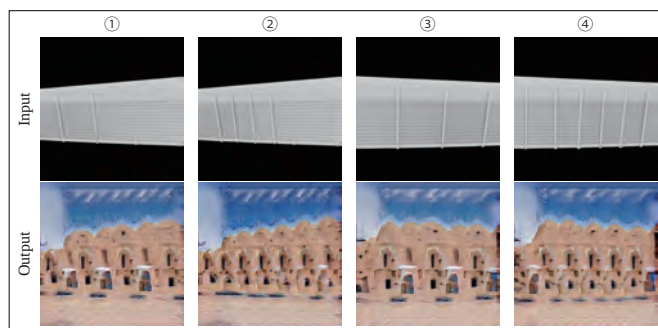


図4 入力画像と出力画像（垂直方向の検証）

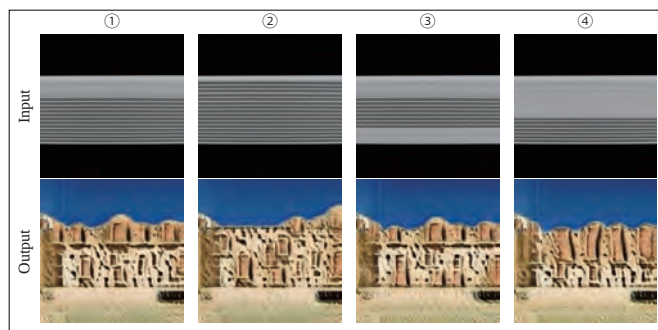


図5 入力画像と出力画像（水平方向の検証）

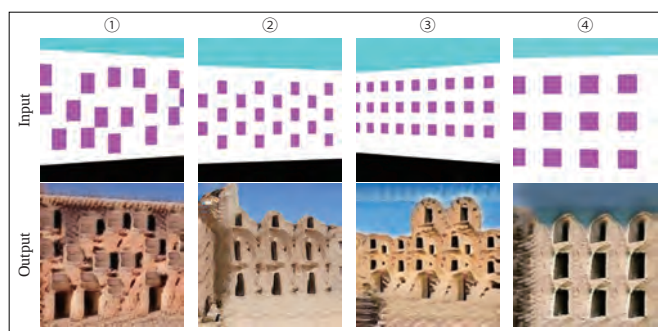


図6 入力画像と出力画像（格子模様の検証）

## 6. まとめ

本稿では以上のように、AIを用いて任意のデザインソースをボリュームモデルの画像に対して適応することを試みた。その結果、表現の細かさには課題は残るものの、ファサードデザインを展開させるAIの開発におおむね成功した。これにより、デザイン分野へのAIの適用可能性の一端を示すことができた。

### 【参考文献】

- 1) Xudong Mao and Qing Li and Haoran Xie and Raymond Y. K. Lau and Zhen Wang and Stephen Paul Smolley: Least Squares Generative Adversarial Networks, 2016, <https://arxiv.org/pdf/1611.04076.pdf> (最終閲覧日: 2019年10月2日)
- 2) Zhu, Jun-Yan and Park, Taesung and Isola, Phillip and Efros, Alexei A: Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks, Computer Vision (ICCV), 2017 IEEE International Conference on, <https://junyanz.github.io/CycleGAN/>
- 3) 池之上慎吾, 大野耕太郎, 山田悟史: ボリュームモデルに任意のデザインソースのデザイン性を反映させるファサードデザインAI第42回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集: 報告