

Deep Learning を用いたデザイン生成 AI に対する意識調査と認知拡張の検証 Research of Design Generation AI Using Deep Learning and Research about Expansion of Cognition

○原田 真衣^{*1}, 山田 悟史^{*2}
Mai HARADA^{*1}, Satoshi YAMADA^{*2}

*1 立命館大学 大学院 理工学研究科 博士課程前期課程

Graduate Student, Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.

*2 立命館大学 理工学部 建築都市デザイン学科 任期制講師・博士 (工学)

Lecturer, Dept. of Architecture and Urban Design, Ritsumeikan Univ., Dr.Eng.

キーワード: Deep Learning, AI, デザイン生成, 認知

Keywords: Deep Learning, AI, Design Generation, Cognition

1. はじめに

人工知能に関する研究・技術開発が発展し、現在では業界を問わず広く注目されている分野となっている。例としてビッグデータの解析に AI を用いて提供サービスの向上に役立てるなどが挙げられる。また、人工知能は人々の生活にも活用されつつあり、家電への応用も目にするようになってきた。重機土工を自動化する AI¹⁾や、建設現場の写真を整理する AI²⁾ 建築分野でも建設現場での活用などが見られるが、一方で建築デザインに関する人工知能活用の例は少ない。デザイン分野はしばしば機械での代替が難しいと言われることもあり、Deep Learning を用いた人工知能によるデザインの研究が進んでいる。Deep Learning を用いた建築分野におけるデザイン研究として、山田と大野³⁾⁴⁾ はある建築物に別の建築物のファサードデザインを適用した画像を生成している。

人間にとって、デザインプロセスにおける最初期のアイデアの発散は、しばしば苦悩をもたらしたり時間がかかったりする部分である。一方で AI は、学習済みモデルさえあればパラメータを変更するだけで無数の結果を出力することが可能である。アイデア発散の際に人間は他者のデザインを複数参照し参考にするあるいは組み合わせる方法をとるが、この参照物として AI の生成したデザインを活用できれば、AI によって人間の発想を拡張できる可能性がある。

本研究では、AI の生成するデザインが人間の考えるものと異なるのか、AI が生成したデザインを見ることで人間の認知や発想は拡張されるのかを、単純な図形を用いて検証した。

2. DCGAN のネットワーク構造

本研究では DCGAN⁵⁾ という GAN (敵対的生成ネットワーク) の一種を用いて AI 生成画像を用意した。DCGAN は従来の GAN に対して畳み込みニューラルネットワークを利

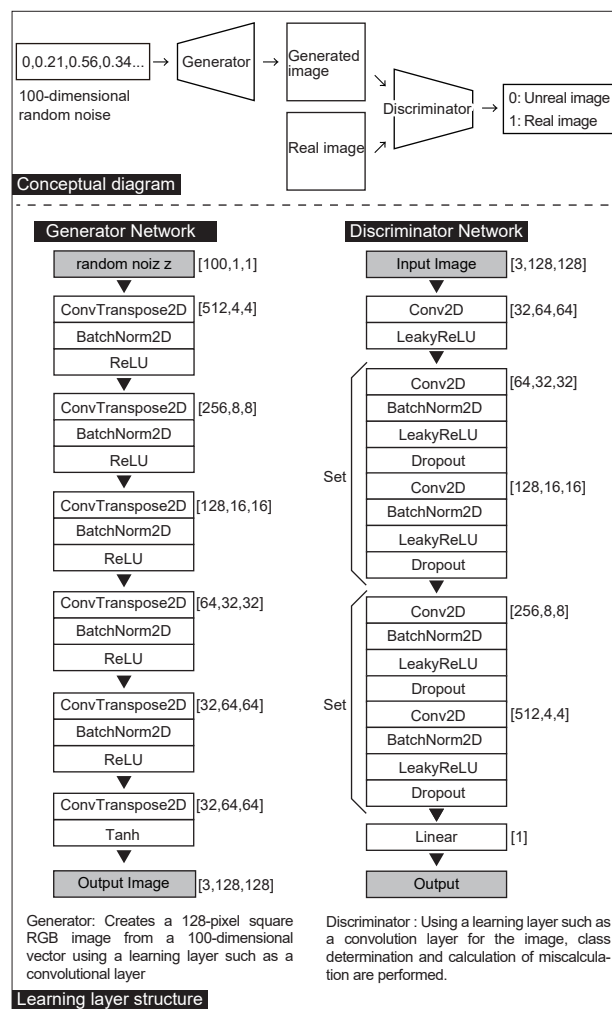


Figure 1. Network of DCGAN

用してより鮮明な画像を生成することを可能にした技術である。DCGAN は生成器と識別器で構成される (Figure1)。生成器ではランダムなベクトルから畳み込みを介して画像が生成される。識別器では生成器による画像と学習画像を畳み込みを介して 0 (偽物) から 1 (本物) までの値

を出力し、偽物か本物かを判別する。これを繰り返すことで、学習画像に近い画像を生成することが可能となる。

DCGANでは生成器に与えるベクトル同士の四則演算による画像生成がおこなわれる。人間によるデザインの発想も既存のデザインの組み合わせから生まれるものであり、人間のデザインプロセスに近い仕組みをもつDCGANを本研究では採用することとした。

3. 予備実験

実験の題材は、「円と三角形を組み合わせることができる新しい図案のデザイン」とし、DCGANで生成した画像と、人間が発想する図案とを比較した。

DCGANの学習画像の例をFigure2に示す。1つの画像につき1つの円が描かれた画像200枚と、1つの三角形が描かれた画像200枚の合計400枚を学習画像とした。図形はすべて黒色の線で描かれ、画像ごとに図形の位置、大きさ、線の太さ、を少しずつ変化させている。学習フレームワークはPyTorchである。生成器への入力には100次元のランダムノイズであり、出力は128×128ピクセルのRGB画像である。学習は3000エポックまでを行い、3000エポックに到達する途中で生成された画像も予備実験に用いる画像として採用した。

被験者には、10分程度で「円と三角形を組み合わせることができる新しい図形」を紙に描き出してもらった。完全な円と三角形を崩すことなく、それぞれ3～6個程度、複数組み合わせることで新しい図とする被験者が多く見受けられた。

「円と三角形を組み合わせる」というこのテーマにおいて、DCGANの生成するデザインと人間が発想するデザインに大きな違いがあることを、予備実験でおおむね確認することができた。

4. 本実験

本実験では引き続き、円と三角形という単純な2つの図形を題材に、DCGANによる生成画像を用いた被験者実験をおこなった。描画実験と分類実験の2つのパートに分かれており、おおまかな手順はFigure3に示す。

4.1 DCGANによる画像生成

予備実験と同じ学習画像を用いて、5000エポックまで学習をおこなった。学習開始から5000エポック目までに生成された画像の一部はFigure4に示す。学習画像として1画像につき1図形のみ描かれたものを使用したため、生成画像も何かを囲うような、輪を描くような図が多く見られた。4000エポック目を超えたあたりから、学習画像に近い、円のみが描かれた画像や三角形のみが描かれた画像が生成されるようになった。本研究では円と三角形を組み合わせた図案を実験に用いるため、4000エポック目以降の生成画像は採用しなかった。

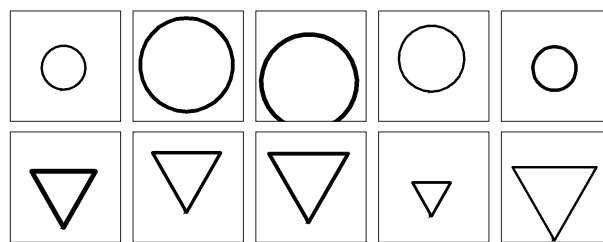


Figure 2. Dataset example

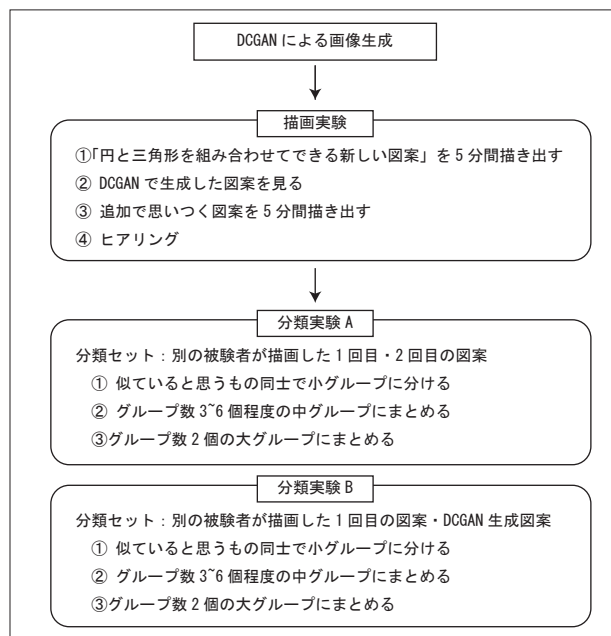


Figure 3. Research flow

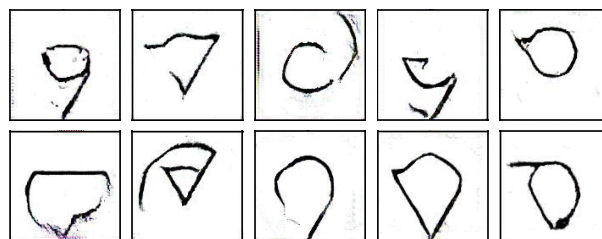


Figure 4. Generation result

4.2 生成画像を用いた描画実験

被験者は、普段からアイデアやデザインを考えることに取り組んでいる建築学科の学生20名である。予備実験と同様に、円と三角形を用いてできる新しい図案を、被験者に5分間で思いつく限り紙に描き出してもらった。

次にDCGANで生成した図案を29個並べたものを見てもらい、追加で思いついた図案を5分間で描き出してもらった。見せた図案は、DCGANによる生成画像をもとに筆者がベクターデータに編集したものとした。これは生成画像内に残るノイズや線の太さの変化を無くし、被験者に図としての構成のみに注目してもらうためである。また、GANで生成した図案であることは被験者には伝えていない。

最後に、被験者にヒアリングを行った。ヒアリングの内容は Table1 に示す通りである。

4.3 分類実験 A：描画 1 回目と 2 回目

描画実験で被験者が描いた図案を用いて、「似ていると思うもの」同士でグループ分けをしてもらった実験がおこなった。分類実験 A では、1 回目の描画作業で描かれた図案と 2 回目の描画作業で描かれた図案を混ぜたもので作業をもらった。このとき各セット内は同一の被験者が描いたもののみとし、分類作業は自身以外の被験者が描いたセットを使用する。

初めに、似ていると思う図案を数枚ずつの小グループに分け、次に 3～6 グループ程度の中グループ、最後に 2 つの大グループに分けてもらった。このように小グループからだんだんと大きなグループにまとめていく方法は、KJ 法を参考にして決定した。被験者が作った各グループ内での描画 1 回目の図案と 2 回目の図案の枚数を調べた。

4.4 分類実験 B：描画 1 回目と GAN 生成画像

分類実験 B では、ある被験者が 1 回目の描画作業で描いた図案と GAN が生成した図案を混ぜたものを 1 セットとして分類をおこなってもらった。被験者が描いた図案の枚数はセットごとに異なり、一方 DCGAN 生成図案は各セット 29 枚に固定した。分類実験 B でも、A と同様に小グループから大グループに段階的にまとめてもらった。ここでは GAN 生成図案のみ、または生成図案が多く含まれるグループが存在すれば、人間の発想可能な範囲と GAN 生成画像の違いを見る一助になると考えられる。

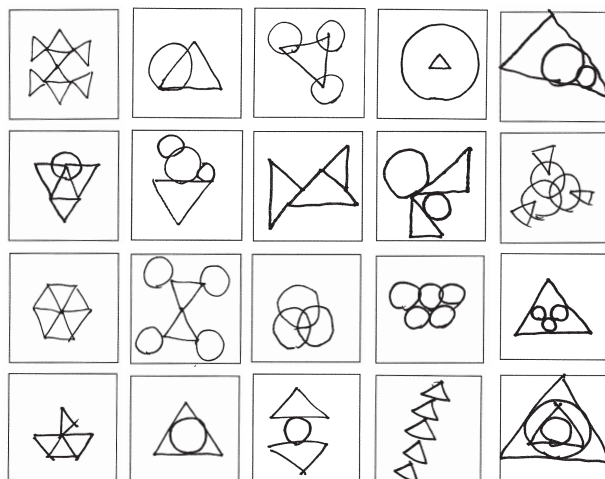


Figure 5. Example of first drawing

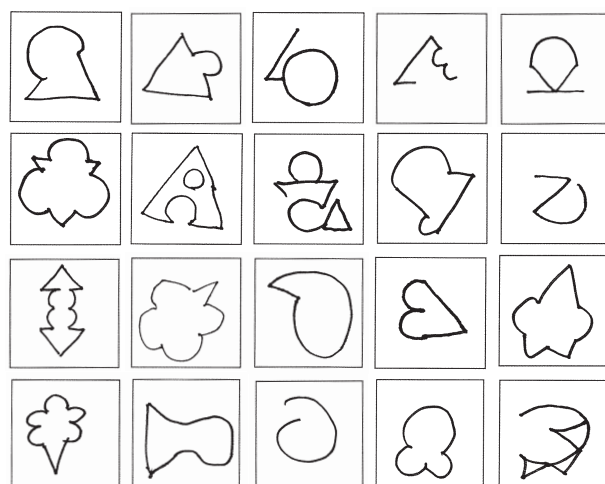


Figure 6. Example of second drawing

5. 分析

5.1 描画実験の結果

1 回目の描画作業では、ほとんどの被験者が、完全な円と三角形の形態を崩すことなく複数個を組み合わせる図案を作成していた。Figure5 は被験者が 1 回目の描画作業で描いた図案の一部である。5 分間で描いた図案の数は平均で 27.7 個であった。

Figure6 は被験者が 2 回目の描画作業で描いた図案の一部である。2 回目の描画作業では、見せた GAN 生成図案を真似るような図案を描く被験者と、1 回目の描画のときと同じ表現（完全な円と三角形を複数組み合わせる方法）で図案を描いた被験者がいた。2 回目の 5 分間の描画作業で描いた図案の数は平均 24.45 個であった。1 回目の描画個数に比べて 2 回目の描画個数は平均 -3.25 個、0.92 倍と減少した。

ヒアリングでは、選択式設問については Figure7 に示すような回答が得られた。設問 3、設問 4 から、GAN 生成図案は被験者にとって意外なものであったことが伺える。GAN 生成図案を見て考えが広がったという意見があった一

Table 1. Contents of the questionnaire

No.	質問内容
1	設定時間（5 分）以内に、思いつくりの図形を描き出すことについて、感じた難易度。 (1. 容易だった, 2. 少し容易だった, 3. どちらともいえない, 4. 少し困難だった, 5. 困難だった)
2	1 回目の描画と比べたときの、2 回目の描画の難易度。 (1. 2 回目のほうが容易だった, 2. 2 回目のほうが少し容易だった, 3. 同じくらいの難易度だった, 4. 2 回目のほうが少し困難だった, 5. 2 回目のほうが困難だった)
3	他者の図案を見て、意外性や新規性、自分にはない発想があると感じたか。 (1. 強く感じた, 2. すこし感じた, 3. どちらともいえない, 4. あまり感じなかった, 5. 全く感じなかった)
4	他者の図案を見て、発想が拡張したと感ずるか。 (1. 強く感じた, 2. すこし感じた, 3. どちらともいえない, 4. あまり感じなかった, 5. 全く感じなかった)
5	他者にはない発想が自分にはあると感じたか。 (1. 強く感じた, 2. すこし感じた, 3. どちらともいえない, 4. あまり感じなかった, 5. 全く感じなかった)
6	今回の実験において、他者の図案を見たほうがよかったか。 (1. 見たほうが良かった, 2. ある程度は見るほうが良かった, 3. どちらともいえない, 4. あまり見ないほうが良かった, 5. 全く見ないほうが良かった)
7	普段アイデアをたくさん出すとき、他者のデザインを参考のために見るほうが良いか。 (1. たくさん見るほうが良い, 2. ある程度は見るほうが良い, 3. どちらともいえない, 4. あまり見ないほうが良い, 5. 全く見ないほうが良い)
8	普段アイデアをたくさん出すときにおこなっていることや意識していること。 (自由記述)
9	今回の実験について気になったこと、感じたこと。(自由記述)

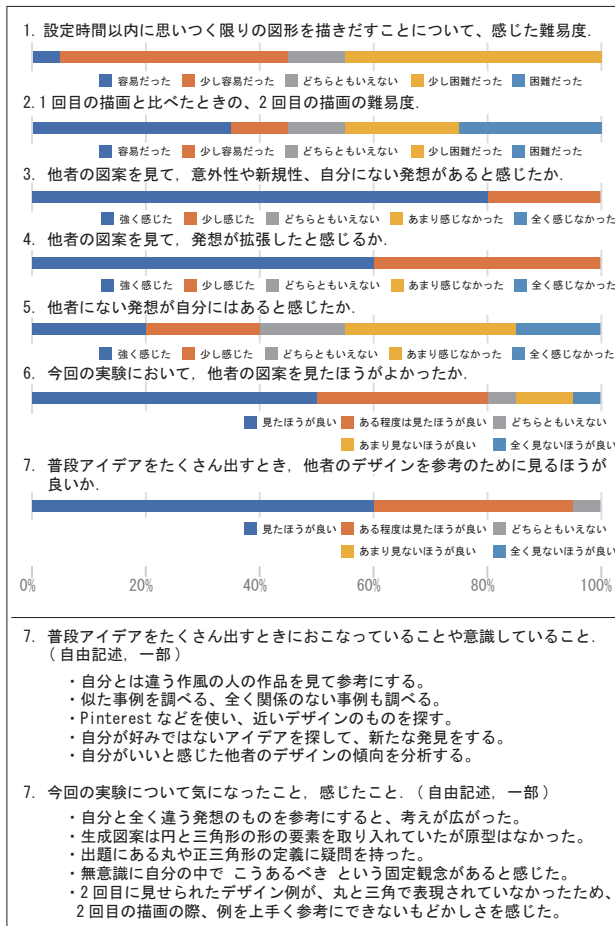


Figure 7. Answers of the questionnaire

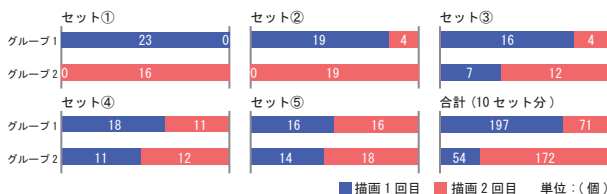


Figure 8. A part of result of experiment A

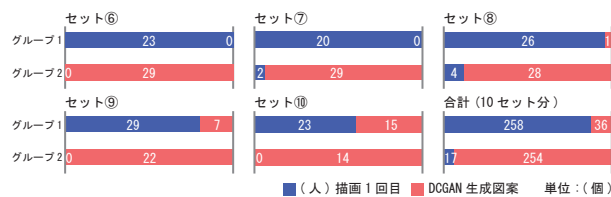


Figure 9. A part of result of experiment B

方で、GANの生成した図案が円と三角形からできているようには見えない、描画作業の出題内容について解釈のしかたが自身と異なりすぎて参考にならなかったという感想もあった。設問7より、普段からアイデアを出そうとするときは他者のデザインを参考としている人が多いことも確認された。

5.2 分類実験A(描画1回目と2回目)の結果

分類実験では、最終的にできた2グループに注目した。分類実験Aの結果の一部をFigure8に示す。描画1回目の図案と2回目の図案は全体的に見ても別々のグループに分けられていた。つまり、描画1回目と2回目の図案の間には何らかの違いが見られるといえる。なかにはセット①のように1回目の描画と2回目の描画で完全に分類されているセットもあり、この例では、DCGAN生成図案が被験者に強い影響をあたえたと考えられる。

5.3 分類実験B(描画1回目とGAN生成画像)の結果

実験の結果の一部はFigure9に示す。結果として、DCGAN生成図案は片方のグループに偏って分類されていることが多かった。全体を合計した結果を見ても、分類の方よりは明らかである。これより、被験者が描いた図案とDCGAN生成図案に大きな違いがあったと言える。つまりDCGANが人間の発想するものとは異なるデザインを生成したと考えられる。

6. おわりに

今回取り扱った「円と三角形を組み合わせた新しい図案をデザインする」というテーマにおいては、AIが人間の発想するデザインとは異なるものを生成していることが分かった。また、AIの生成したデザインが人間の発想に影響を与え、アイデア発散の際の参考にする対象になり得ることが分かった。

今後、被験者の数を増やした実験や、円と三角形とは異なるテーマの場合についても検証していきたい。

[参考文献]

- 鹿島建設: https://www.kajima.co.jp/news/digest/apr_2019/feature/02/index.html (最終閲覧日: 2021年9月30日)
- 「AIを使って早く帰ろうー竹中工務店が建設現場へのディープラーニング導入で目指すもの」ITmedia, <https://www.itmedia.co.jp/news/articles/1807/23/news003.html> (最終閲覧日: 2021年9月30日)
- 大野耕太郎, 池之上慎吾, 山田悟史: 目的に応じたジェネレーティブデザインAIの体系化, 日本建築学会・情報システム技術委員会第42回情報, システム利用, 技術シンポジウム, 2019
- 山田悟史, 大野耕太郎: Deep Learningを用いたデザインAIの作成と検証-街並みと建築物外観の画像生成を対象に-, 日本建築学会 計画系論文集, 第85巻, 第770号, pp. 987-995, 2020.4, 日本建築学会
- Alec Radford, Luke Metz, Soumith Chintal: Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks, 2015.11, <https://arxiv.org/abs/1511.06434>