

Title	離散的エレメント・レイアウトのコンピューテーショナルデザイン
Author(s)	北, 直樹
Citation	
Issue Date	2019-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/15781
Rights	
Description	Supervisor:宮田 一乗, 先端科学技術研究科, 博士

氏 名	北 直樹		
学 位 の 種 類	博士(知識科学)		
学 位 記 番 号	博知第 245 号		
学 位 授 与 年 月 日	平成 31 年 3 月 22 日		
論 文 題 目	Computational Design of Discrete Element Layouts		
論 文 審 査 委 員	主査 宮田 一乗	北陸先端科学技術大学院大学	教授
	西本 一志	同	教授
	橋本 敬	同	教授
	金井 秀明	同	准教授
	三谷 純	筑波大学	教授

論文の内容の要旨

Arranging elements in a design domain is an essential task in visual design because human visual perception is sensitive to the layout of the elements. Moreover, aesthetic preferences for a design differ from person to person in essence. Such multimodality complicates the formulation of an optimization problem of whether the human visual perception or aesthetic preference is the objective to be optimized. Due to these difficulties, computational design tools for discrete element layouts are presently limited.

In this thesis, we propose three computational design tools for discrete element layouts. We tackle these problems with reasonable assumptions by making them tractable. In the first method, we focus on a spatial distribution of discrete elements with different appearances. Because it is difficult and tedious for a user with manual operations to distribute different element spatially in a uniform manner, we propose a procedural method to distribute multi-class (different appearances) elements in which the spatial uniformity of the element's distribution is considered as the objective.

In the second method, we focus on a discrete color arrangement, i.e., color palettes, and propose a computational design tool for rating a given palette and suggesting an additional compatible color for the palette. As human color preference differs from person to person or one culture to another, we employ a machine learning approach to address this problem. By customizing a training dataset, we can tailor a model for any color preference and suggest compatible colors to users. Finally, based on a visual cryptography scheme, particularly the secret sharing scheme, we propose a method for generating special patterns that can reveal secret patterns when superimposed on other patterns. The interesting part of our method is that the secret to be decrypted is changed based on the other patterns to be superimposed. We optimized the generated patterns with visual quality as the objective.

We analyzed the proposed methods both quantitatively and qualitatively including user studies. Additionally, we demonstrated various applications of the proposed methods, which show their applicability in broadening areas of discrete element layouts. However, we only cover portions of discrete element layouts. Notably, owing to the abstract nature of the problem, the discrete element layout fields are vast and include many concrete application scenarios. We believe that this thesis is a significant contribution to the advancement of the study of computational design for discrete element layouts.

Keywords: *Computer Graphics, Computational Design, Discrete Element Layout, Color Palette Design, Visual Cryptography*

論文審査の結果の要旨

本論文は、現状の離散的エレメント・レイアウトのコンピューテーショナルデザインツールではカバーできていない対象へも適用可能な汎用的な手法を提案することで、さまざまなデザインタスクにおいて、ユーザのデザイン探索をより容易に、効率的に行えるように支援することを目的としている。そして、離散的エレメントの幾何的／非幾何的側面に着目した、以下の 3 つの手法を提案し、ユーザースタディによる評価、ならびに専門家へのインタビューを行った。

- (1) **Discrete Element Textures** : 空間的に一様な複数エレメントの分布生成手法を構築するため、ブルーノイズ特性を有するサンプリング手法を開発し、定量的評価によりその分布の品質を分析した。また、当該手法を用いて生成されたテクスチャと既存手法によるものとを定性的に比較し、提案手法によるテクスチャが有意に好まれることを確認した。
- (2) **Discrete Color Palettes** : カラーパレットの色数に依存しない特徴量抽出手法を開発し、色数によらずパレットの美的評価が可能なモデルを構築した。また、所与のパレットに調和する色の効率的なサンプリング手法を開発し、ランダムサンプリングと比較して約 10 倍高速なサンプリングが達成できることを確認した。さらに、提案手法によるカラーパレットが有意に好まれることが判明した。
- (3) **Discrete Element Patterns** : 画像の重ね合わせで秘密が復号されるという視覚復号型暗号の生成手法を開発し、提案手法が 2 値画像だけでなく、グレースケール画像、カラー画像にも適用可能であることを示した。また、提案手法による美的品質の最適化の効果を定量的に評価するために最適化前後の画質指標値の比較を行い、最適化の効果を確認した。さらに、提案手法で生成したパターンを透明シートにプリントし、物理的に秘密を復号可能であることを確認した。

上記 3 手法に関してプロのデザイナーにインタビューを行い、機能性や有用性といった観点からコメントをいただいた。案件を複数かかえるプロのデザイナーにとって時間は貴重であり、提案手法の効率的にデザイン案を生成できる点が評価された。

以上、本論文は、離散的エレメントのレイアウトのためのコンピューテーショナルデザイン手法を提案したものであり、学術的に貢献するところが大きい。よって博士（知識科学）の学位論文として十分価値あるものと認めた。