

Title	曲面形状における「複雑さ」の定量化法とそれを用いた形状生成システムの構築
Sub Title	Development of quantification method of surface "complexity" and shape generation system
Author	加藤, 健郎(Kato, Takeo)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2018
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2017.)
JaLC DOI	
Abstract	<p>3DCADや3Dプリンターの普及と性能向上に伴い、近年の工業製品のスタイリング(形状)は多様化している。このような形状を効率的に発想するためには、ヒトよりもコンピュータによる自動生成が有効であり、コンピュータが自動的にデザインを行うジェネラティブデザインが注目されている。しかし、その主たる評価対象は力学評価であり、同評価に基づいて形状を生成する位相最適化法などを応用した研究が多くされているものの、形状の意匠評価に関する研究は殆どなされていない。本研究では、ヒトの形状認知において重要な巨視的形狀特徴の一つである「複雑さ」に着目し、曲面形状の「複雑さ」の定量化法を構築した。</p> <p>まず、曲線の曲がり具合を表す曲率と、事象の発生確率に基づく複雑さの指標である情報エントロピーを用いて、曲面形状の「複雑さ」の指標を提案した。具体的には、曲面上の任意の点とその近傍の点から算出したガウス曲率の変化をマルコフ過程として捉え、その情報エントロピー(ガウス曲率エントロピー)を「複雑さ」の指標とした。</p> <p>次に、同指標を近似的に算出するために、有限要素法のメッシュ分割に用いられるアドバンシングフロント法により、曲面形状を任意の数の三角形に分割し、各頂点とその隣接する頂点を用いてガウス曲率とその生起・遷移確率を算出する手法を提案した。</p> <p>最後に、提案手法の妥当性を確認するために、40名の被験者による官能評価実験を行い、官能評価値と提案手法により算出された「複雑さ」の指標の相関関係を確認した。今後は同法を応用した自動形状生成システム構築を行う予定であり、コンピュータが意匠面を含めたデザインを行う新たな分野であるジェネラティブデザインの発展に寄与する予定である。なお、得られた研究成果は、国際会議1件、国内会議3件において報告しており、公刊論文1件を投稿中である。</p> <p>Due to the development of AI technology in recent years, the styling of industrial products has been diversified. Compared to humans (designers), computers can create these shapes efficiently. Therefore, generative design, which is a technique for automatically generating design ideas by computers, has attracted attention. However, the research about generative design has focused only on mechanical characteristic (e.g., topology optimization) and is required to evaluate aesthetic characteristics. This study focuses on "complexity" that is one of the macroscopic shape features affecting human's visual cognition and proposes a "complexity" evaluation method.</p> <p>First, an evaluation index for "complexity" was proposed using Gaussian curvature and information entropy. The information entropy is calculated on the basis of the Markov model constructed using the variation of the Gaussian curvatures calculated at each arbitrary point in a surface and called Gaussian curvature entropy.</p> <p>Second, the approximate calculation method of the proposed index, in which the surface is divided using surface triangulation method (advancing front method) and the Gaussian curvatures and their occurrence and transition probabilities between the vertices of the triangles are calculated, was proposed.</p> <p>Finally, to confirm the applicability of the proposed method, the sensory evaluation experiment made on 40 participants was done. And, the correlation between the evaluated values and calculated indices was confirmed.</p> <p>The future tasks include to construct the shape generating system based on the proposed method, which contributes to the development of the research area of generative design. These research findings were reported in one original article (under reviewing) and at some conferences (one international and three domestic conferences).</p>
Notes	
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2017000001-20170259

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究代表者	所属	理工学部	職名	専任講師	補助額	300 (A) 千円
	氏名	加藤 健郎	氏名 (英語)	TAKEO KATO		
研究課題 (日本語)						
曲面形状における「複雑さ」の定量化法とそれを用いた形状生成システムの構築						
研究課題 (英訳)						
Development of Quantification Method of Surface “Complexity” and Shape Generation System						
1. 研究成果実績の概要						
<p>3DCAD や 3D プリンターの普及と性能向上に伴い、近年の工業製品のスタイリング(形状)は多様化している。このような形状を効率的に発想するためには、ヒトよりもコンピュータによる自動生成が有効であり、コンピュータが自動的にデザインを行うジェネラティブデザインが注目されている。しかし、その主たる評価対象は力学評価であり、同評価に基づいて形状を生成する位相最適化法などを応用した研究が多くされているものの、形状の意匠評価に関する研究は殆どなされていない。本研究では、ヒトの形状認知において重要な巨視的形狀特徴の一つである「複雑さ」に着目し、曲面形状の「複雑さ」の定量化法を構築した。</p> <p>まず、曲線の曲がり具合を表す曲率と、事象の発生確率に基づく複雑さの指標である情報エントロピーを用いて、曲面形状の「複雑さ」の指標を提案した。具体的には、曲面上の任意の点とその近傍の点から算出したガウス曲率の変化をマルコフ過程として捉え、その情報エントロピー(ガウス曲率エントロピー)を「複雑さ」の指標とした。</p> <p>次に、同指標を近似的に算出するために、有限要素法のメッシュ分割に用いられるアドバンスングフロント法により、曲面形状を任意の数の三角形に分割し、各頂点とその隣接する頂点を用いてガウス曲率とその生起・遷移確率を算出する手法を提案した。</p> <p>最後に、提案手法の妥当性を確認するために、40名の被験者による官能評価実験を行い、官能評価値と提案手法により算出された「複雑さ」の指標の相関関係を確認した。</p> <p>今後は同法を応用した自動形状生成システム構築を行う予定であり、コンピュータが意匠面を含めたデザインを行う新たな分野であるジェネラティブデザインの発展に寄与する予定である。なお、得られた研究成果は、国際会議1件、国内会議3件において報告しており、公刊論文1件を投稿中である。</p>						
2. 研究成果実績の概要 (英訳)						
<p>Due to the development of AI technology in recent years, the styling of industrial products has been diversified. Compared to humans (designers), computers can create these shapes efficiently. Therefore, generative design, which is a technique for automatically generating design ideas by computers, has attracted attention. However, the research about generative design has focused only on mechanical characteristic (e.g., topology optimization) and is required to evaluate aesthetic characteristics. This study focuses on “complexity” that is one of the macroscopic shape features affecting human’s visual cognition and proposes a “complexity” evaluation method.</p> <p>First, an evaluation index for “complexity” was proposed using Gaussian curvature and information entropy. The information entropy is calculated on the basis of the Markov model constructed using the variation of the Gaussian curvatures calculated at each arbitrary point in a surface and called Gaussian curvature entropy.</p> <p>Second, the approximate calculation method of the proposed index, in which the surface is divided using surface triangulation method (advancing front method) and the Gaussian curvatures and their occurrence and transition probabilities between the vertices of the triangles are calculated, was proposed.</p> <p>Finally, to confirm the applicability of the proposed method, the sensory evaluation experiment made on 40 participants was done. And, the correlation between the evaluated values and calculated indices was confirmed.</p> <p>The future tasks include to construct the shape generating system based on the proposed method, which contributes to the development of the research area of generative design. These research findings were reported in one original article (under reviewing) and at some conferences (one international and three domestic conferences).</p>						
3. 本研究課題に関する発表						
発表者氏名 (著者・講演者)	発表課題名 (著書名・演題)	発表学術誌名 (著書発行所・講演学会)	学術誌発行年月 (著書発行年月・講演年月)			
松本大志, 加藤健郎, 松岡由幸	曲面形状における「複雑さ」の指標	第64回日本デザイン学会春季研究発表大会	2017年6月			
Taishi Matsumoto, Takeo Kato, Yoshiyuki Matsuoka	Quantitative Representation Method of Complexity on Three Dimensional Shape	International Conference on Design Engineering and Science, ICDES 2017	2017年9月			
松本大志, 加藤健郎	ガウス曲率エントロピーを用いた曲面形状における「複雑さ」の定量化	第13回日本感性工学会春季大会	2018年3月			