

論文審査の要旨及び担当者

No.1

報告番号	甲 乙 第 号	氏 名	ジョアキム・シルベスト
論文審査担当者	主 査	政策・メディア研究科委員 兼環境情報学部教授	池田靖史
	副 査	政策・メディア研究科委員 兼環境情報学部教授	小林博人
		政策・メディア研究科委員 兼環境情報学部教授	巖 網林
		パリ・ラピレット国立建築大学 教授	グエナ フランソワ
学力確認担当者：			
<p>ジョアキム・シルベスト君の学位審査論文はコンピュータを建築などにおけるデザインの道具に使うという行為の今日的な進化とその認知論的、哲学的な意味について問おうという野心的な課題に正面から挑戦したものである。</p> <p>既に50年以上あるCADの歴史の中でもデザインにおける人間の思考活動とコンピュータが果たす役割については数多くの議論がなされて来た。ジョアキム君はそれらの系譜を丹念にたどった上で自らも実験的に再検証し、さらに人工知能分野の最新の成果である深層畳み込みニューラルネットワークの視覚的作用をデザイン行為のモデルとして使ったケーススタディを用い、その心理的効果を計測することを通じて、デザインプロセスにおける人間とコンピュータの相互作用的な働きを説明する概念としてComputational Resonance (CR コンピュータとの思考共振現象) という概念を導いて説明した。このようにデザインのプロセスとデジタルな道具の関係を計算機的な思考方法の枠組の中で捉えることが本論文の主題となっている。</p> <p>本論が扱っている問題の背景には、道具が使う人間の心理状態を形成してしまう経験的なモデルであるという認知論的な前提があり、またデザインプロセスにおいて、デザイン目的の発見と解決は明確に分離されていない性質が存在するという既知のデザイン論研究をふまえている。つまり、そもそもコンピュータの登場以前から、デザイン行為とその道具の主な関係は、視覚化と概念化を繰り返すことで製作物の様態を決定し、結果としてデザイン意図が明確になる創発的な方法であると捉えられる一方で、デザイン目的の合理的な達成という観点からは問題の定式化とその解決という科学的論理構造が前もって必要になるという一種のジレンマが存在していた。</p> <p>本論では、論理的な計算結果を高速にもたらずコンピュータの登場がこの問題をより複雑かつ様相の異なる問題へと発展させたと考えており、デザインにおけるコンピュータの利用によって起きる思考活動の特徴には、そのプロセスを通じて、半ば偶発的に新しいアイデアや概念を産み出す側面と、必要とされる目標に最適な値としての解およびそれを求めるアルゴリズムを考案する側面が不可分に一体化されているという仮説にもとづいて論を進めている。</p> <p>多くの分野に渡って関連する過去の研究の読解から、この仮説を説明するために本論が導いた概念が、表題にもなっているComputational Resonance (CR)である。CRはデザインツールに人間が明確に習得できない特徴と予測不可能な余地を持つ場合に起き、コンピュータと人間の両方の思考の相互作用によって、協調的にデザイン結果が導かれるプロセスとしており、この仮説自体が、これまで一般に考えられて来た最適値計算アルゴリズムとしてのデザイン理論と、近年新しい学問分野として研究が進められている「計算的創造性」(デジタルなツールからインスピレーションを得る効果)を統合した本論文の独自の成果とも言える。</p> <p>本論ではまずCRを論じるための予備段階として、既存の様々なデジタル・デザインの道具と、プロセス、そしてそれに対するユーザーの主観的評価について実験的に比較することから始めている。すなわち、直感的／論理的という対立する評価基準とそれぞれのツールがユーザーに提供している機能環境の関係を比較した結果、3つの主な影響要</p>			

論文審査の要旨及び担当者

No.2

因として、1 ユーザー側の予想外の結果への期待と寛容性、2 コンピュータ側の暗黙知分析能力、3 その相互の情報流通密度 を見だし、これらの要因をもってCRのプロセスについて検証する研究方法を提唱した。

博士研究のもっともオリジナリティに溢れる部分は、このCRの具体的な観察方法として深層畳み込みニューラルネットワークを用いたツールを設定し、建築デザイン経験の多い被験者の心理的プロセスを追跡する実験を行ったことである。この方法をとることで客観的な記録分析が可能になると同時に、ここ数年で進化を遂げた人工知能の働きと人間の間で起きる思考相互作用のケーススタディとなった。人工知能の定義は結果的に人間の知能とは何かを探る事でもあるため様々な議論があるが、ここではGoogle研究所が提供しているDeepDreamという機械学習によって画像から特徴量を抽出し意味のあるまとまりを認識させるためのクラウドサービスが現時点で利用可能でコンピュータと人間の相互作用的な思考プロセスの研究に使える先進的なものと考え選択されている。このシステムを応用し、視覚的デザイン検討の一つの代表例として画像中の建築物のテクスチャ変換作業について、被験者のデザイナーが実験開始時点で目標設定したタスクに対し人工知能がデザイナーの示唆を解釈して生成する画像の完成率と、さらに被験者デザイナーがそれを再解釈した後に発見した新しいデザイン目標へ移行に関する段階的な心理変化を記録した。この場合、DeepDreamの機械学習はコンピュータによる画像暗黙知の認識能力過程と考えられる。この実験はデザイナーが意図を持ってアルゴリズムを作成するデジタル・デザインとは違い、コンピュータ側の解釈が背景情報で自動化されていることに特徴があり、直感的な解釈と論理的な意図をできるだけ分離して観察しやすくすることで被験者の心理的プロセスをより客観的に追跡できた。その結果としてデザイナーの予想を越えることへの事前期待が低く、結果への許容の度合いが高いほど、コンピュータの作業結果に対して同調しやすい共振的な反応が強く現れる傾向を発見した。またコンピュータ側があらかじめ持っている背景情報解釈能力の基準となる機械学習の質と量も人間側の共振的な反応に影響することからCRの3つの基本影響要因を確認し、コンピュータと人間がお互いの思考を探り合うようにして一つのデザイン解に辿り着くモデルを示すとともに、人工知能を用いたCRの現象の今後の利用に関する知見を導いた。

ジョアキム君はもともと建築物のような現実の人工的空間を単純に3次元スキャンするのではなく、CADに人間が入力したものと同じようにセマンティックな認識構造にもとづいた立体幾何学要素に分解してコンピュータに認識させるアルゴリズム開発というデザイン実務における実用的な価値が高いソフトウェア製作に取り組んでいて、その実現方法としてニューラルネットワークによる機械学習によるパターン抽出方法を研究していたことから、本研究に辿り着いた。本研究論文の成果は当然そうした開発に応用できる示唆を得たものであると考えられる。

ただし、今後の課題としてデザイナー側の意識におけるデザイン結果への評価や、そこから産まれるデザインの二次的な論理化作用がこのモデルの中でどのように現れているかについてはこれらの実験や考察だけでは不十分であることが審査委員からも指摘された。

このような新規性のある分野で多様な既存の研究を包括し、これを最新の人工知能技術を使って前進させた研究は評価に値するものである。

以上、審査委員一同は、本論文が当該分野の研究に寄与するに十分な成果をあげたもの

論文審査の要旨及び担当者

No.3

と判断し、本論文が博士（政策・メディア）の学位を授与するに値するものと認定する