

氏名	まつ した だい すけ 松 下 大 輔
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 2256 号
学位授与の日付	平 成 15 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 建 築 学 専 攻
学位論文題目	建 築 設 計 問 題 に お け る 事 例 の 学 習 に よ る 代 替 案 選 択 法 に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主 査)
教授 宗 本 順 三 教授 加 藤 直 樹 教授 片 井 修

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、建築設計における問題解決に対して、より良い代替案の合理的な探索を進化的計算を用いて効率的に行うのに、評価尺度が明示的である場合と非明示的である場合のモデルを作成して、そのモデルの有効性を各種の建築計画で示した研究である。論文は全6章から構成されている。

第1章では、研究の背景と問題の所在として、建築設計では一定の時間内に、適当な設計解を成果として表現することが必要となるため、設計者は満足の行く設計解が得られなくても、暫定的な設計解を制限時間において繰り返しより良い解を求めてゆくことが必要となることを述べている。目的・方法として、建築設計における問題解決に対して、より良い代替案の合理的な選択に進化計算を用いて、評価尺度が明示的である場合と非明示的である場合のモデルの試行から、その有効性を示している。

第2章では、対象に明示的な評価尺度が存在し、客観的に定義することが可能な場合として、ホテル建築の関係主体の投資収益性を最大化する建築計画の方法を提案している。所有者と運営者の2つの主体の一定期間の事業採算性(NPV)を指標として、GAを用いて二目的最適化を行って、結果として得られる代替案集合は、両主体間のトレードオフの関係を定量的に示している。最適集合から特徴的な代替案を任意に取り出し、それらの客室と宴会部門の構成比率とホテルの建築構成を示して、ホテル建築の関係主体の投資収益性を最大化する建築計画の方法を示している。

第3章では、設計過程のある時点の代替案に対しては、設計者による相対的な評価が可能である場合において、計算機の提示する画像に評価を与えるとそれに対応する代替案が提示される対話型進化的計算のシステムを代替案の発生・検証のプロセスをモデルとして考案している。窓配置パターンを表す図形の体系を、基本図形記号を表すプリミティブ(primitive)と、その操作を表す演算子(design operator)から構成されると設定し、述語論理の木構造表現で記述する枠組みを定義した。代替案の生成には、木構造の記号を扱う遺伝的プログラミングを用いている。このモデルの試行では、はじめは全く無秩序な代替案から対話を経るに従って、対称、リズム、比例等の基本的な一定の規則が、支配的な部分構造として形成され、多様な解答案の探索がなされる過程が示された。これにより非明示的な設計者の選好を反映していると考えられる代替案の形態構成規則が創発的に記述されることを明らかにしている。

第4章では、設計行為の結果としての図形が存在する場合、図形に含まれる形態構成規則を明示的に記述するモデルが試みられている。図形を教師図形として、これの形態構成規則を帰納的に学習して記述する方法として、教師図形と遺伝的プログラミングにより生成される生成図形との線分単位の不一致の数を評価値として設定し、予め高度な知識を恣意的に与えることなく、ランダムな初期個体から、教師図形を記述する形態構成規則を生成している。試行の結果、ある教師図形に対し、2通りの形態構成規則を得ている。両者には、教師図形の特徴的な特性である原点对称を表す部分構造が、形態構成規則を表す木構造において支配的に形成されていたことを示して、有効な知識の獲得方法となる可能性を示している。

第5章では、評価の基準となる必要条件是明確であるが、評価尺度は必ずしも明示的でない場合、評価の基準となる条件

に基づいて人間により予め評価された正負事例の学習により、両者を見分ける評価尺度を関数として記述し、ふるいとして用いる方法の可能性を提案している。事例として耐震性能と内部環境の質を同時に高度に満たす設計を行う必要がある木造3階建住宅を対象にして、偏心率と昼光率を目的関数とした耐力壁配置の二目的最適化により得られるパレート最適解集合の代替案に、対象とする住宅平面が満たすべき複数の必要条件を言語により記述し、それらを「ポリシー」として設定した。「代替案集合」のうち50個の代替案を抽出し、「ポリシー」を満たす住宅平面となるように、人間が耐力壁の変更による修正を加えた。修正後の代替案を正事例、修正前の代替案を負事例として、帰納推論の手法により両者を見分ける関数を獲得している。この関数で代替案の集合の絞り込みテストを行って、学習に用いられなかった他の代替案に対してもある程度有効に「ポリシー」に基づいた評価を行うことが示されている。与えた正事例と負事例をよく見分ける方程式を設計者の評価尺度とみなし、この評価尺度で代替案の集合の絞り込みテストを行って、良好な結果を得ている。

第6章は、本研究で得られた成果の総括として、明示的な評価尺度を用いる手法の単純であるが、正確な評価値を算出することができる特性と、明確な検証は困難であるが、高度な知識を表現している可能性のある、帰納推論により獲得された評価尺度を用いる手法の特性を適当に組み合わせて用いることによる、建築設計の設計問題における合理的な代替案の選択の方法の可能性を提示している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、建築設計における問題解決に対して、より良い代替案の合理的な探索を進化的計算を用いて効率的に行うのに、評価尺度が明示的である場合と非明示的である場合のモデルを作成して、そのモデルの有効性を建築計画で示したものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 設計問題に明示的な評価尺度が存在し、客観的に定義することが可能な場合として、ホテル建築の所有者と運営者の2主体の一定期間の事業採算性(NPV)を最大化するGAを用いた二目的最適化を行って、代替案のパレート最適解集合を求めた。特徴的な最適解のホテル建築の関係主体の投資収益性を最大化する客室と宴会部門の構成比率とホテルの建築構成を示した。
2. 設計問題に明示的な評価尺度は存在しないが、設計過程のある時点での代替案に対しては、設計者の相対的な評価が可能である場合として、窓配置パターンを表す図形を対象にして、プリミティブと演算子からなる木構造表現で記述する遺伝的プログラミング(GP)を用いた対話型進化的計算によって、代替案の発生・検証のプロセスを試行した。これにより非明示的な設計者の選好を反映していると考えられる代替案の形態構成規則が創発的に記述されることを明らかにした。
3. 設計行為の結果としての図形を教師図形として、教師図形とGPにより生成される生成図形との不一致を評価値として、予め高度な知識を恣意的に与えることなく、ランダムな初期個体から教師図形の形態構成規則を帰納的に学習する形態構成規則の有効な知識を獲得する方法を示した。
4. 評価の基準となる必要条件は明確であるが、評価尺度は必ずしも明示的でない場合に、まず、耐震性能と内部環境の質を同時に高度に満たす設計を行う必要がある木造3階建住宅の耐力壁配置の代替案のパレート最適解集合を求めた。これらの解集合を対象にして、設計者による耐力壁配置の修正前の代替案を負事例、修正後の代替案を正事例として、GPを用いた帰納推論により両者を見分ける関数を獲得して、この関数を評価尺度として代替案の集合にふるいとして用いる方法を示した。

以上、要するに本論文は、建築設計における問題解決に対して、より良い代替案の合理的な探索を進化的計算を用いて効率的に行う方法の有効性を、建築計画のモデルで示したもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成15年2月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。