

人工知能建築家『アーキロイド』の開発

—木造在来軸組住宅の全自動企画設計システム—

1. 背景

どんな[①敷地]に、どんな[②間取]で、どんな[③空間の雰囲気]の家に住みたいか、施主様であれば、条件を変えていろいろ試してみたいものです。しかし、建築設計事務所の設計業務は複雑で、それを叶えることは困難でした。人工知能建築家『アーキロイド』は、施主様の試行錯誤と、建築設計事務所様の業務効率向上を実現します。

本プロジェクトでは消費者が要望を入力することで、全自動で住宅の企画設計を行うシステム『アーキロイド』の実装、提供を目指しました。これまで難しかった住宅設計の全自動化を、人工知能技術を組み込んだ独自のアルゴリズムを用いて実現します。

2. 目的

消費者の要望から住宅を自動設計する人工知能建築家『アーキロイド』の開発と、『アーキロイド』を用いたマスカスタマイズ型住宅供給事業のビジネスモデル検討及び具体化の2点を目的とします。前者は製品に関して、後者はサービスに関する目的です。

3. 製品・サービスの内容

【製品開発概要】

人工知能を用いた住宅設計アルゴリズムの設計・開発しました。プログラムは入力部、設計部、出力部で構成されます。

入力部では、消費者となるユーザーは要望として、①敷地情報②必要諸室とプランの要望(nLDKとその繋がり方)③空間の参考となる事例の選択の3つの情報を入力します。

設計部には、①②の要望を満たす室配置設計、③の建築の特徴を分析して再現する室開口設計、真澄寄棟屋根の設計、在来金物工法の躯体(柱梁基礎等主要構造)設計、補助構造(間柱、中間梁等)設計、二次部材(ドア、窓等開口部ディテール)設計などの各種設計工程に加え、設計速度向上のための機械学習アルゴリズム(未統合)が含まれます。

出力部では、設計された住宅の3Dモデル、各種図面等の表示、出力を行います。

【製品動作環境】

入力、出力のインターフェースは Mcneel 社の 3DCAD「Rhinceros」を用い、自動設計機能は Python 拡張機能により実装しました。動作環境は今後、サービス化のため WEB 上に移行していきます。

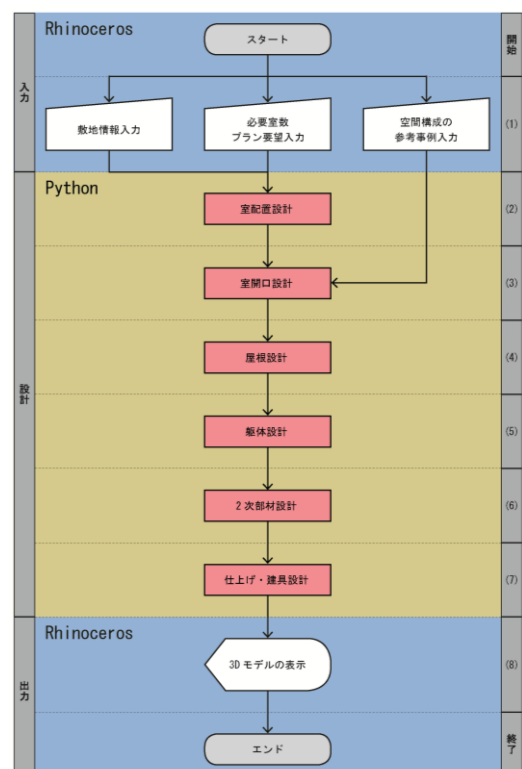


図1 開発プログラム I/O 表

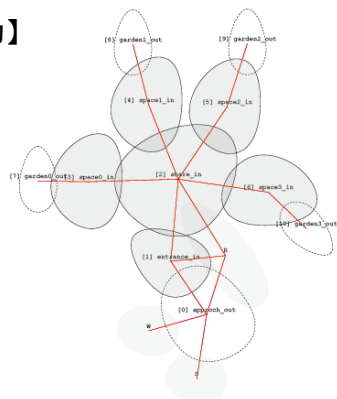
4. 新規性・優位性

【開発したプログラムの新規性】

『アーキロイド』の新規性は設計部に含まれる(1)室配置設計プログラム、(2)室開口設計プログラム、(3)機械学習を用いた室配置設計プログラムの3点に代表されます。更にその後の詳細設計までを接続して(4)一気通貫した全自動設計も本プログラムの優位性です。

(1) 室配置設計プログラム

【入力】



【出力】

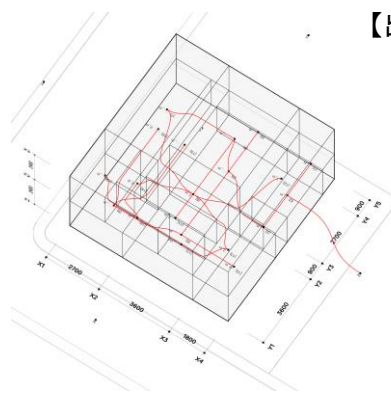
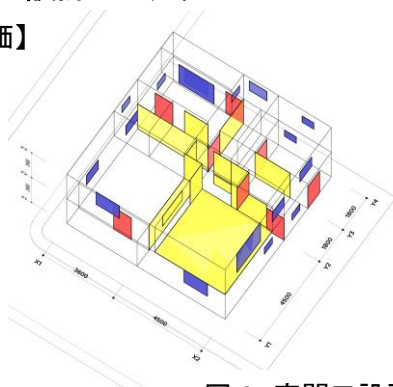


図2 室配置設計プログラム入出力イメージ

消費者が入力した要望を満たしながら室配置設計を行います。必要な部屋や庭などの情報、各室の面積や階数、室同士の隣接関係などの要望に加え、システム側で各室の天井の高さ、平面形状のアスペクト比、部屋と部屋が通行可能かといった住宅としての機能、快適性に関わる寸法を制約とします。本プログラムでは前者の消費者の要望だけでなく、システム側で実際の利用、建設のための制約を解き、更に高速化を実施しました。図2のように消費者の入力情報をグラフに表現し、室配置を出力します。

(2) 室開口設計プログラム

【評価】



【再現】

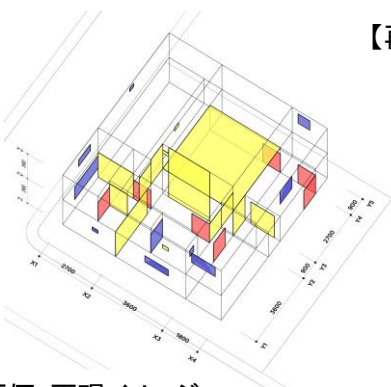


図3 室開口設計プログラム評価・再現イメージ

消費者が選択した参考にしたい建築事例を分析し、似たような空間構成になるようにドア、窓などを決定する室開口設計を行います。このプログラムは2つのアルゴリズムで構成されます。1つ目は空間の特徴を評価するアルゴリズムで、消費者が選択した建築事例の特徴を抽出します。2つ目は事例の空間構成を再現するように、開口部を設計するアルゴリズムです。図3は、左にとある建築を評価した開口の特徴を、右にはその特徴を別の建築に再現した結果を示しています。

(3) 機械学習を用いた室配置設計プログラム

室配置設計以降の段階的に設計・評価してきた各検討項目を、ディープラーニングを組み込み、室配置設計の段階である程度予測するシステムの設計、実装行っています。既存の室配置設計プログラムには無い新規の試みで、未統合ながら今後継続して研究、実装していく予定です。

(4) 一気通貫した全自動設計

室開口設計以降を全自動で一気に出力する点も本プログラムの優位点です。屋根設計や躯体設計にも未発表の独自アルゴリズムを組み込んでいます。

5. 期待される波及効果

【目標とするサービスの概要】

本プロジェクトで開発した人工知能建築家『アーキロイド』を用いて、WEB 上に下記の2つのサービス展開を目標としています。

- ①施主様向けの、WEB 上で好みの住宅設計を試せる、無料の住宅企画設計サービス。
- ②建築設計事務所様向けの、設計を希望する施主とのマッチングサービスと、BIM 用データ等、設計業務効率化を実現するデータダウンロードサービス。

WEB サービスの展開は未踏アドバンス事業終了後に開発を推進します。それぞれの詳細を下記に示します。

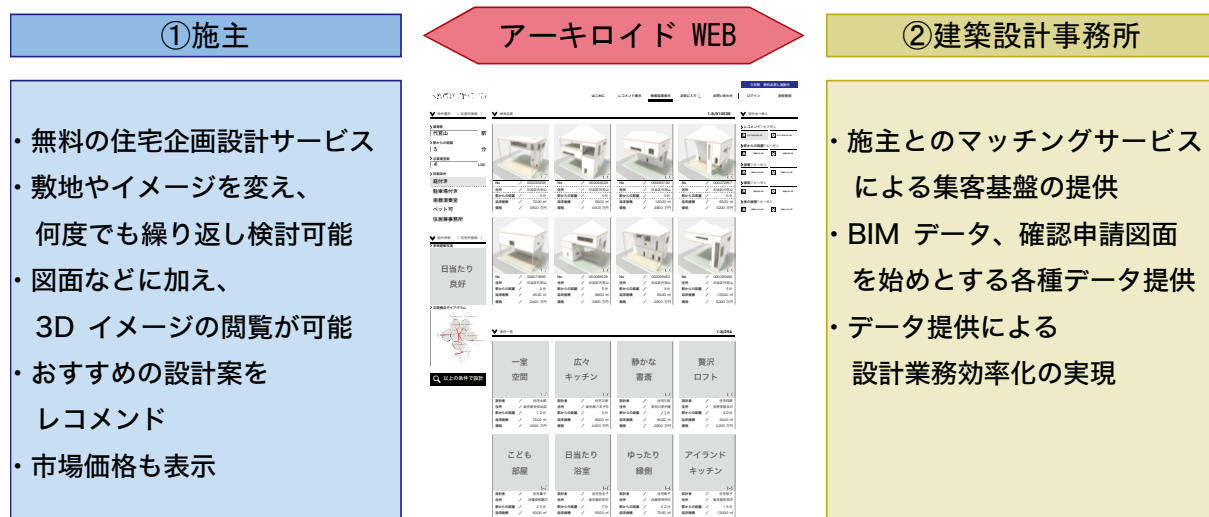


図 4 アーキロイド WEB の二つのサービス

【①施主様向けの、無料の住宅企画設計サービス】

施主様は、どんな[①敷地]に、どんな[②間取]で、どんな[③空間の雰囲気]の家に住みたいか、条件を変えて何度も WEB 上で設計を依頼できます。施主は WEB 上で、3D ビュワー、VR 内観ビューワー、各階平面図、断面図などにより、デザインを確認することができます。また、構造設計結果等の仕様確認、建設コストの市場価格予測を表示することで、デザイン以外にも性能や価格といった多角的な観点から比較検討が可能となります。気に入った住宅があれば、具体的な検討を行う建築設計事務所をご紹介いたします。マッチングが成立したら事務所と契約を結び、企画設計以降の基本設計、実施設計、施工等を進めます。



図5 施主様向けサービス

【②建築設計事務所様向けの、マッチングサービスと、データダウンロードサービス】

WEB 上で住宅設計を行い、住宅取得を希望する施主様と、建築設計事務所様のマッチングサービスを提供いたします。建築設計事務所様向けサービスには、下記の3つの価値提案があります。

- ①施主様とのマッチングサービスによる、集客基盤の提供
- ②設計を効率的に進めるための、BIM 等データ提供による、設計業務効率の向上
- ③設計業務、顧客対応業務の効率化による、受注数の向上・経費削減

①に関しては、登録料を、②③に関しては、データダウンロード料と企画設計料をそれぞれ頂きます。

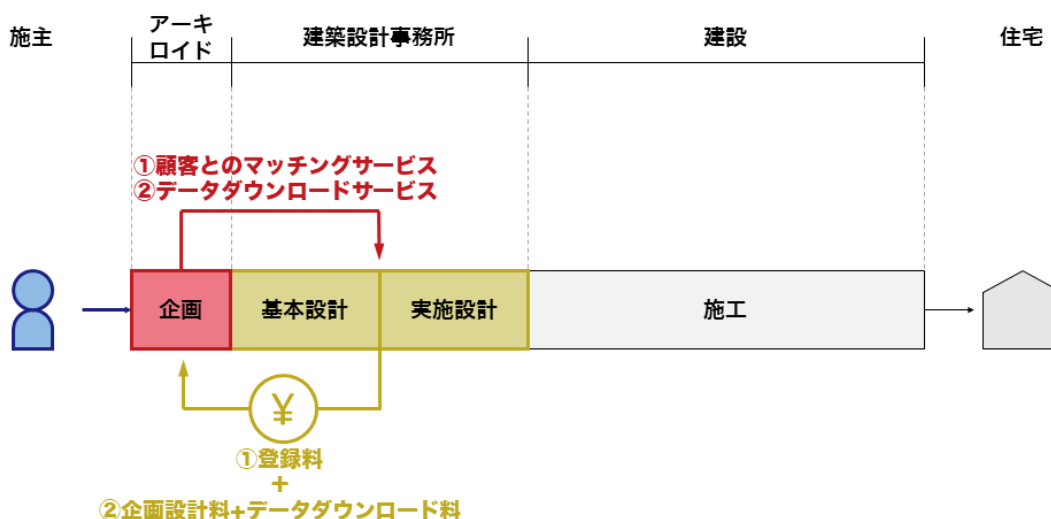


図6 建築設計事務所様向けサービス

6. 事業活用の見通し

本サービスの展開を目指し、2018 年度には、①施主様向け無料住宅企画サービスの為にUI,UXの開発と、②建築設計事務所様向けサービスの為に、実務レベルの設計データ対応機能の開発を行います。本WEBサービスの展開は2019年度に予定しています。

7. 未踏イノベータ名(所属)

佐々木雅宏(合同会社アーキロイド)

亀岡千花(合同会社アーキロイド)

藤平祐輔(合同会社アーキロイド)

津久井森見(慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士課程)

松川昌平(慶應義塾大学環境情報学部准教授)

(参考)関連 URL 合同会社アーキロイド <https://archiroid.com/>