جامعة الموصل
كلية الهندسة
قسم هندسة العمارة

التصميم الخوارزمي في العمارة الرقمية
توظيف مناهج التوليد الخوارزمي الرقمي في مرحلة التصميم المفاهيمي

رسالة تقدمت بها

أسيل إبراهيم خليل الحبيب

إلى

مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل

وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في هندسة العمارة

بإشراف

أ.م.د. ضحى عبدالغني عبد العزيز القزاز

١٤٤١هـ ٢٠٢٠ م

التصميم الخوارزميِ في العمارة الرقمية
توظيف مناهج التوليد الخوارزمي الرقمي في مرحلة التصميم المفاهيمي

الباحثة: أسيل إبراهيم خليل الحبيب
جامعة الموصل/كلية الهندسة / قسم العمارة
E:aseel.ibraheem@yahoo.com

المشرف: أ. م .د. ضحى عبدالغني القزاز
جامعة الموصل/ كلية الهندسة / قسم العمارة
E:dhuha_kazzaz@yahoo.com

المستخلص

انعكست الثورة الرقمية على العمارة شأنها في ذلك شأن باقي المجالات العلمية والحياتية والاجتماعية. وامتد تأثيرها ليطال عملية التصميم المعماري ذاتها وتغيير دور المصمم فيها. ورافق هذا التحول ظهور مناهج عديدة للتصميم المعماري بواسطة الحاسوب، كان أحدها وأكثرها ريادة (التصميم الخوارزمي بمساعدة الحاسوب "Computer–aided algorithmic design")، فباستخدام الخوارزميات أصبح الحاسوب يتولى جزءا كبيرا من عملية التصميم.

يتبنى البحث التصميم التوليدي (Generative Design) كمنهج خوارزمي رقمي يوفر طرق جديدة للتفكير يمكن باستخدامها إنتاج بدائل تصميمية لتصميم معين، أو لنمط معماري معين أو لتصميم التكوينات المعمارية المعقّدة، المسمّاة الاشكال الرقميةِ أَو (الأشكالِ الخوارزمية "Algorithmic Forms") في دقائق معدودة، وبهذا فهو يوفر الجهد والوقت والمال ويوفر عددا كبيرا من البدائل ويوفر بيئة واسعة للإبداع.

استعرض البحث العديد من الدراسات حول التصميم التوليدي الخوارزمي والتي تراوحت بين الدراسات النظرية والدراسات التجريبية، وفي ضوء المعرفة التي طرحتها تم تحديد **المشكلة البحثية في مستويين:**

المستوى النظري للمنهج متمثلة بعدم وجود تصور واضح حول التباين في خصائص الأحكام في الأنظمة الخوارزمية القائمة على الأحكام.

المستوى التطبيقي للمنهج متمثلة بعدم وجود تصور واضح حول فاعلية المنهج الخوارزمي التوليدي في إنتاج تصاميم جديدة ذات طابع نمطي.

وتبلور **هدف البحث** في استكشاف التباين بين خصائص الأحكام في الأنظمة الخوارزمية التوليدية المتنوعة القائمة على الأحكام والمطبقة في مرحلة التصميم المفاهيمي أولا، وتطبيق منهج التصميم الخوارزمي التوليدي في حل مشكلة تصميمية واقعية في الممارسة المعمارية الخاصة بالتصميم النمطي ثانيا. ولغرض تحقيق هدف الدراسة تم تحديد منهج البحث متمثلا ببناء إطار نظري يعرف الجوانب المتنوعة لعملية التصميم الخوارزمي والذي اشتمل على ثلاث مفردات رئيسة تعرف كلا من المناهج المعتمدة في عملية التصميم الخوارزمية ومهام الخوارزميات في عملية التصميم

الخوارزمية وهيكلية العملية التصميمية الخوارزمية. ليتم بعدها إجراء الدراسة العملية بجزأيها الأول والثاني، من أجل التحقق من فرضيات البحث.

ففي الجزء الأول من الدراسة العملية تم التحري عن بعض مفردات ومتغيرات الإطار النظري المعرّفة للأحكام في أربعة من الأنظمة الأكثر شيوعا للتصميم الخوارزمي التوليدي الرقمي القائمة على الأحكام، والمطبقة في مرحلة التصميم المفاهيمية، بهدف استكشاف التباين بين هذه المناهج. بينما تناول الجزء الثاني من الدراسة العملية تطبيق منهج التصميم الخوارزمي التوليدي في حل مشكلة تصميمية واقعية في الممارسة المعمارية الخاصة بالتصميم النمطي لبعض المباني المدرسية.

أظهرت نتائج البحث الخاصة بالجزء الأول من الدراسة العملية، إن التباين في مدخلات ومخرجات المناهج الخوارزمية القائمة على الأحكام موضع الدراسة ينعكس بشكل طفيف على خصائص الأحكام وأسلوب عملها إذ يغلب التماثل بينها في معظم المتغيرات الثانوية التي تم القياس على أساسها. وأظهرت النتائج الخاصة بالجزء الثاني من الدراسة العملية، جدوى التصميم الخوارزمي في التعامل مع مشكلة تصميمية ذات معطيات محددة، إضافة إلى كفاءة المنهج الخوارزمي التوليدي في إنتاج تصاميم متنوعة تلبي المدخلات المتباينة للمستخدم. وأخيرا يقدم البحث استنتاجه النهائي بأن التصميم الخوارزمي التوليدي يضم مناهج متنوعة مقولبة بشكل جاهز وغير مقولبة (حسب المشكلة المطلوب حلها) قادرة على التعامل مع طيف واسع من المشاكل التصميمية المعمارية النمطية وغير النمطية.

Algorithmic Design in Digital Architecture

Using Digital Generative Algorithmic methods in Conceptual Design Stage

Aseel Ibrahim Khalil Al-Habeeb
College of Engineering
Department of Architecture
University of Mosul

E:aseel.ibraheem@yahoo.com

Assis. Prof. Dr. Dhuha Al-Kazzaz
College of Engineering
Department of Architecture
University of Mosul

E:dhuha_kazzaz@yahoo.com

Abstract:

The digital revolution reflected on architecture as well as other scientific and social fields .Its influence extended to the architectural design itself and changed the role of the designer in it. This shift was accompanied by the advent of computer aided architectural design CAAD, one of which was the most pioneering (computer-aided algorithmic design). By using algorithms, computers become a major part of the design process.

This thesis adopts digital generative design as an algorithmic approach that can provide new ways of thinking. It can produce design alternatives to a particular design, a specific architectural style, or complex architectural configurations, in a few minutes. In this case, this approach saves effort, time and money; provides a large number of alternatives; and offer the perfect environment for creativity.

The research reviewed several studies on algorithmic generative design, which ranged between theoretical and empirical studies. Based on the previous knowledge, **the research problem has been identified in two levels. At the theoretical level, it is the lack of a clear perception on the variation of rules in rule-based algorithmic systems. At the practical level, it is the lack of a clear perception on the capability of the generative algorithmic approach in producing new designs with typical characteristics**.

The research aim was identified to find the differences among the properties of rules in the various generative algorithmic rule-based methods firstly, and to apply the generative algorithmic approach in the generation of new designs belonging to a specific functional building type secondly.
To achieve the aim of the study, the research methodology was defined in three steps. The first step was to build a theoretical framework to define the various aspects of the generative algorithmic design process. The framework includes three main parts to define the approaches adopted in the algorithmic design process, the tasks of algorithms in the design process, and the structure of the

generative algorithmic design process. The second step depended on the definition of rules in the framework as a basis to explore the differences among four of the most common rule –based generative algorithmic methods. The third step identified, from the framework, the suitable algorithmic approach for generating new designs belong to a typology of school building in Mosul city.

The results of the first practical study showed that the differences in the inputs and outputs of the four rule-based algorithmic methods (under comparison in this study) are slightly reflected in the properties and processing mode of their rules. On the other hand, the similarity among the four rule-based algorithmic methods was dominant in most of the secondary variables under investigation. The results of the second practical study proved the feasibility of algorithmic design in dealing with a design problem with specific data and generating varied typological designs that meet the different inputs from the user. Finally, the research concludes that the generative algorithmic design includes various approaches ranging from preset approaches to customized approaches (depending on the problem to be solved) capable of dealing with varied typical and non-typical architectural design problems.

University of Mosul
College of Engineering
Department of Architecture

Algorithmic Design in Digital Architecture

Using Digital Generative Algorithmic methods in Conceptual Design Stage

A Thesis
Submitted to the College of Engineering
University of Mosul

In Partial Fulfillment of the requirements for the Degree of
Master of Science in Architectural Engineering

By
Aseel Ibrahim Khalil Al Habeeb

Supervised by
Assis. Prof. Dr. Dhuha Al-Kazzaz

2020 A. D. 1441 A. H