

DISS. ETH NO. 21516

Architectural Design as Combined Modeling

A dissertation submitted to
ETH ZURICH

for the degree of
Doctor of Sciences

presented by

HAO HUA

M.Arch., Southeast University, China

07.02.1983

citizen of P. R. China

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Ludger Hovestadt
Chair of Computer-Aided Architectural Design, ETH Zurich

Prof. Dr. Li Biao
School of Architecture, Southeast University, China

Prof. Dr. Urs Leonhard Hirschberg
Institute of Architecture and Media, TU Graz

2013

Abstract

This work investigates the potentials and the limitations of models in Computer-Aided Architectural design (CAAD). The research focuses on the symbolic models instead of the analogue models that resemble their referents. The symbolic model can represent architecture with abstract signs and produce design solutions through formal operations. Over the past five decades, more and more models have been available for architecture and have been practical with the help of computers. We regard the activity of modeling essential in coupling symbolic models with architectural design. However, modeling architecture is still a challenge mainly because of two reasons. First, design problems are usually not well defined. For instance, Rittel (1973) concluded that design problems have no definite formulations, no stopping rules, and that they are inherently unique. Thus, there is no general model of architectural design that is widely accepted. Second, there are dilemmas in modeling. Previous studies have demonstrated that models are essentially wrong or partial. Besides, the nature of modeling can result in multiple inconsistent models of the same subject matter.

In order to solve the problem of multiple models, two common views are investigated. One holds that a single coherent view on the object is necessary in modeling. The relevant approach is metamodeling, i.e., making the model of models. The other view concedes that multiple inconsistent views are inevitable. Therefore, a single model is unnecessary and is not rewarding. This work finds out that the alternative solution, combining multiple models, could be better than developing a single model or metamodel. We consider combined modeling as a natural response to the dilemmas in modeling. In particular, the fictional combination of models could be fruitful in architectural design. Architects usually modify, add, and transform multiple issues in design. By combining multiple models, the designers can free themselves from the epistemic framework of each model and subsequently make their own position by organizing the interrelationships between the models.

This dissertation discusses on both modeling with computers and without computers, including a brief survey on the historical employment of mathematics and geometry in architecture. The proposed modeling methods are tested in a series of experiments with computers. They mainly focus on the topological and geometrical design of buildings. All experiments are implemented in the Java programming language. The results imply that the combination of multiple models could be productive in architectural design.

Zusammenfassung

Die Arbeit untersucht das Potential und die Grenzen von Modellen im Computerunterstützten Architektonischen Design. Die Forschung konzentriert sich auf symbolische Modelle anstatt auf analoge Modelle, die sich an ihren Referenzen orientieren. Das symbolische Modell kann Architektur mit abstrakten Zeichen repräsentieren, und Entwurfslösungen durch formale Operationen produzieren. Während der letzten 5 Jahrzehnte, sind immer mehr Modelle für Architektur verfügbar und durch die Hilfe des Computers anwendbar geworden. Wir betrachten den Vorgang des Modellierens als essentiell an bei der Kopplung von symbolischen Modellen und architektonischem Entwerfen. Aber hauptsächlich durch zwei Gründe bleibt es eine Herausforderung Architektur zu modellieren. Zum einen sind Entwurfsprobleme normalerweise nicht sauber definiert. Rittel (1973) erklärt, das Entwurfsprobleme sich nicht definitiv formulieren lassen, keine Endbedingung haben, und immer einzigartig sind. Dadurch gibt es kein generelles Model für Architektur, das eine breite Akzeptanz findet. Zum anderen gibt es ein Dilemma im Modellieren. Vorherige Studien haben gezeigt, dass Modelle essential falsch oder unvollständig sind. Des Weiteren kann die Natur des Modellierens zu multiplen, inkonsistenten Modellen zum gleichen Thema führen.

Um das Problem von multiplen Modellen zu lösen werden zwei herkömmliche Standpunkte betrachtet. Der eine setzt voraus, dass eine einzige, kohärente Betrachtung auf das Objekt nötig ist um es zu modellieren. Der relevante Ansatz dazu ist das sogenannte Meta-modelling, also das Entwickeln eines Modells von Modellen. Der andere Ansatz geht davon aus, dass unterschiedliche, inkonsistente Standpunkte unvermeidbar sind. Deswegen ist ein einfaches Modell unnötig und nicht zielführend. Diese Arbeit kommt zu dem Schluss, dass die alternative Lösung, mehrere Modelle miteinander zu kombinieren besser ist, als ein einziges Modell oder ein Metamodell zu entwickeln. Wir betrachten kombiniertes Modellieren als natürliche Antwort auf das Dilemma des Modellierens. Die synthetisierten Kombinationen von Modellen können fruchtbar im architektonischen Entwurf sein. Normalerweise modifizieren, addieren, und transformieren Architekten verschiedene Varianten im Entwurf. Beim kombinieren von unterschiedlichen Modellen können die Entwerfer sich von dem epistemischen Rahmen jedes Modells befreien, und ihre eigene Position beim in Beziehung setzen der Modellen bestimmen.

Die Dissertation betrachtet zugleich Modellieren am Computer und ohne Computer, und beinhaltet einen kurze geschichtliche Übersicht über Anwendung von Mathematik und Geometrie in Architektur. Die vorgeschlagenen Modellier-

methoden sind in einer Serie von Experimenten mit dem Computer getestet worden. Diese fokussieren hauptsächlich auf dem topologischen und geometrischen Entwurf von Gebäuden. Alle Experimente sind in der Programmiersprache Java programmiert. Die Ergebnisse implizieren, dass die Kombination von verschiedenen Modellen produktiv im architektonischen Entwurf sein kann.