

DISS. ETH NO. 27024

RESPONSIVE ENVIRONMENTS WITH VIRTUAL
REALITY EXPERIMENTS AND SIMULATIONS

A dissertation submitted to attain the degree of

DOCTOR OF SCIENCES of ETH ZÜRICH
(Dr. sc. ETH Zürich)

presented by

HANTAO ZHAO

Master of Science ETH Zürich in Computer Science

born on 10 November 1987
citizen of China

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Christoph Hölscher, examiner
Prof. Dr. Robert W. Sumner, co-examiner
Prof. Dr. Marilynne Andersen, co-examiner

2020

Hantao Zhao: *Responsive environments with virtual reality experiments and simulations* , © 2020

DOI: [10.3929/ethz-b-000446701](https://doi.org/10.3929/ethz-b-000446701)

ABSTRACT

The safety and experience of the users of public infrastructure concern both them and the managers. Intelligent techniques such as virtual reality and computer simulations can enable environments to respond to users' needs. Such responsive environments can be designed to incorporate geographic information services based on pre-occupancy evaluations. For this dissertation, I investigate the potential of responsive environments in several scenarios, including crowd disasters, social wayfinding, and fire evacuation. The methodology of this dissertation combines behavioral science with computer science and engineering technologies. The results of this investigation show that intelligent interventions provide security, efficiency, and comfort for users within responsive environments. In general, this dissertation combines the technical perspective of computer science with the behavioral perspective of cognitive science to define the next generation of responsive environments. This approach can help public space organizers and event planners to better understand the effect of design on the behavior of individuals. Furthermore, it can provide users with assistance and advice. These series of studies may also help behavioral scientists, computer scientists, and public space designers better understand smart environment design and collective intelligence.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Sicherheit und die Erfahrung von Nutzern öffentlicher Infrastruktur betrifft sowohl sie selbst als auch die Betreiber dieser Infrastruktur. Intelligente Techniken wie beispielsweise virtuelle Realität und Computersimulationen können Umgebungen befähigen, auf die Bedürfnisse der Nutzer einzugehen. Solche reaktionsfähigen Umgebungen können derart gestaltet werden, dass sie geografische Informationsdienste basierend auf 'pre-occupancy'-Bewertungen integrieren. In dieser Dissertation untersuche ich das Potential reaktionsschneller Umgebungen in verschiedenen Szenarien, einschliesslich Katastrophen in Menschenmengen, sozialer Wegfindung und Evakuierung bei Feuer. Die Methodik dieser Dissertation kombiniert Verhaltenswissenschaften mit Informatik und Ingenieurstechnologien. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass intelligente Interventionen Sicherheit, Effizienz und Komfort für Benutzer innerhalb von reaktionsschnellen Umgebungen bieten. Im Allgemeinen kombiniert diese Dissertation die technische Perspektive der Informatik mit der Verhaltensperspektive der Kognitionswissenschaft, um die nächste Generation von reaktionsfähigen Umgebungen zu definieren. Dieser Ansatz kann Organisatoren von öffentlichen Räumen und Veranstaltungsplanern helfen, die Auswirkungen von Design auf das Verhalten von Individuen besser zu verstehen. Darüber hinaus kann er den Benutzern Hilfestellung und Beratung bieten. Diese Studienreihen können auch Verhaltensforschern, Informatikern und Gestaltern öffentlicher Räume helfen, intelligentes Umgebungsdesign und kollektive Intelligenz besser zu verstehen.