

INDIAN SMART CITY MISSION PROJECTS: STUDY OF SELECT ISSUES

HARISH KUMAR



**DEPARTMENT OF MANAGEMENT STUDIES
INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY DELHI
OCTOBER 2018**

©Indian Institute of Technology Delhi (IITD), New Delhi, 2018

INDIAN SMART CITY MISSION PROJECTS: STUDY OF SELECT ISSUES

by

HARISH KUMAR

Department of Management Studies

Submitted

In fulfillment of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy

to the



INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY DELHI

OCTOBER 2018

CERTIFICATE

This is to certify that the thesis entitled “**INDIAN SMART CITY MISSION PROJECTS: STUDY OF SELECT ISSUES**” being submitted by **Mr. HARISH KUMAR** to the Indian Institute of Technology Delhi, for the award of the degree of **DOCTOR OF PHILOSOPHY (Ph.D.)**, is a record of bonafide research work carried out by him. He has worked under our supervision and has fulfilled the requirements for the submission of this thesis, which is in accordance with the standards required for a Ph.D. degree of this institute. The results presented in this thesis have not been submitted part or full to any other institute or university for the award of any degree or diploma.

(Prof. M. P. Gupta)

Professor
Department of Management Studies
Indian Institute of Technology Delhi
New Delhi – 110016, India

(Prof. Jitendra Madaan)

Professor
Department of Management Studies
Indian Institute of Technology Delhi
New Delhi – 110016, India

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to express my deepest gratitude to my research supervisors, **Prof. M. P. Gupta** and **Prof. Jitendra Madaan**, whose continuous support and guidance on every step helped me to accomplish this research. They also provided me a valuable learning environment that helped in evolving and familiarizing the various concepts for this research study.

I am thankful to the members of the Student Research Committee (SRC) comprising Prof. Ravi Shankar (Chairman) and Prof. P. Vigneswara Ilavarasan (Internal Expert) from the Department of Management Studies and Prof. Nomesh Bolia from Department of Mechanical Engineering for providing valuable comments and suggestions at various stages of this study.

I am grateful to Prof. Sushil and Prof. Arpan Kumar Kar for their rich scholarly inputs that facilitated my research work. I also sincerely thank to Mr. Manoj Kumar Singh for his support and encouragement while pursuing my research work. I am very much thankful to the Field experts, academicians, reviewers and editors for their valuable comments on my research articles submitted for conferences/journal publications.

I am thankful to the respondents to my study, for their time and support in the data collection process for this study. I also thank the office staff of Department of Management Studies for their assistance and cooperation. Nevertheless, for the grace of God and good wishes of my family members and friends, it would not have been possible to complete the work.

New Delhi

(Harish Kumar)

ABSTRACT

This thesis presents select studies that attempt to find answers to few key questions, namely, how to select a city for a smart city project, what are the smart solutions for smart cities, what would be the smart governance structure for smart administration, and how smart neighborhoods can be designed along with smart city development? These questions underline the important aspects of Indian smart city projects. The smart city approach is an advancement in city development process to reduce the existing problems associated with urbanization and to improve the quality of public life. The Indian government has launched “Smart Cities Mission” to take initiatives for the planned urbanization in the country. A total of “100 cities” were selected from a two-round city challenge competition carried out in India. However, there were some controversial viewpoints over the selection process. Hence, city analysis is required before selecting the cities that would enhance the vision of smart city development and future urban prospects in India. No adequate framework or model was found for city analysis and city transformation to incorporate smart solutions. There is a void in literature on governance structure for effective implementation and smart neighborhood design.

To resolve such issues, the first study proposes a weighted criteria to assess the city eligibility based on hierarchical relations and driving powers of the identified factors. The factors are selected from the literature studies and are finalized with the consensus of experts’ group. Total interpretive structural modeling (TISM) is used to analyze the complex interrelationships among the factors and to develop a selection hierarchy. The fuzzy MICMAC process is used to classify all the factors into four classes based on driving power and dependence. The stabilized driving power is used to calculate the corresponding weights for each factor. In study findings, the most driving factors, linkage factors, and dependent factors are identified for analyzing city eligibility and transformation. Policy-makers, government officials, and decisions-makers would benefit from the outcomes of this study to select the top “N” number of cities to accomplish smart cities mission in India to move fast toward becoming a smart nation.

The second study explores all the possible services among various city dimensions which can make a city smart. The ideas related to smart services are collected from the peer-vetted creative crowdsourcing process performed online in India. A directed qualitative conventional content analysis is used to analyze the collected ideas. The unique ideas are clustered into 19 different service categories. The findings suggest multidimensional service classification along with the required basic infrastructural development. Smart City Transformation Framework (SCTF) is proposed to help the

policy-makers, urban developers, government officials, and service providers in terms of understanding and to draw more insights from the suggested smart solutions for development of smart cities. There are four key areas (Planning, Physical infrastructure, ICT infrastructure, and Deploying smart solutions) discussed in the proposed framework to illustrate city transformation. The proposed SCTF is supported by literature and examples adopted by various smart cities across the world to demonstrate its effectiveness. Moreover, a mind map is designed to illustrate the interrelationships among the collected ideas in an attractive and procedural visualization for city transformation process.

The third study suggests various determinants that are essential to make city governance smart. The determinants are identified from the vast literature studies. The experts' opinion were taken to finalize the selected determinants. Hypotheses were formulated based on literature and previous theories. The developed research model of smart governance is tested by a survey design and multivariate data analysis. Data were collected from 514 respondents with a diverse background from India. Descriptive statistics, factor analysis, and multiple regression have been deployed to analyze the data. Hypotheses are supported by results and a good fit of constructs with acceptable factor loadings. Regression analysis has predicted the acceptable contribution (adjusted $R^2 = 0.707$) from all independent determinants chosen in this study. The study will benefit the policy-makers and government officials in terms of aggregated understanding about smart governance to make right initiatives for improvements in governance.

The fourth study shows hierarchical relationships among the various factors to design the neighborhood places as smart from the perspectives of city planners and decision-makers. A two-stage methodology is followed. First, the key factors for neighborhood are identified from literature studies. The selected factors are validated by sample *t*-test. Second, the TISM is used to interpret the complexity of relationships among various factors. Furthermore, MICMAC analysis would help the policy-makers and city planners to focus on the most driving factors for neighborhood design.

These four studies bridge the theoretical and practical gaps for a holistic approach to smart cities for the successful implementation of smart cities projects. The synthesis of the study agglomerates the key learnings from exploratory, empirical, and worldwide smart cities cases. Policy-makers and city developers can benefit by focusing on study recommendations. The proposed city analysis model will assist city planners, decision-makers, and criteria developers to understand the essential aspects of a city to be considered for city selection process. The proposed SCTF framework

effectively contributes to smart city design process either through upgrading the existing city or developing a new smart city.

The proposed determinants for smart governance would form the basis for new learners, policy-makers, city planners, and government officials to understand, learn, and gain knowledge on transforming governance for effective policy design and implementations to develop the urban space as a smart city. Outcomes from smart neighborhood model illustrate the key focusing points to reduce urban agglomeration and to develop the neighborhood places as smart places along with smart cities. The research drastically benefits the prior and transdisciplinary research in terms of the gathered knowledge, research outcomes, and directions for future research.

Study limitations have been discussed thoroughly if someone wants to replicate the study in different geographical constraints. Future research scopes show a clear direction for transdisciplinary areas to develop more robust solutions for adaptive changes in conditions, technologies, and citizens' priorities based on their demand and choices to make the smart cities project a grand successful mission in India.

Key words: Urban planning; smart city initiatives; city selection; smart city transformation; smart governance

सार

यह थीसिस उन चुनिंदा अध्ययन प्रस्तुत करता है जो कुछ महत्वपूर्ण सवालों के जवाब खोजने का प्रयास करते हैं, अर्थात्, स्मार्ट सिटी प्रोजेक्ट के लिए शहर का चयन कैसे करें, स्मार्ट शहरों के लिए स्मार्ट समाधान क्या हैं, स्मार्ट प्रशासन के लिए स्मार्ट गवर्नेंस स्ट्रक्चर, और कैसे स्मार्ट पड़ोस स्मार्ट सिटी विकास के साथ डिजाइन किया जा सकता है? ये प्रश्न भारतीय स्मार्ट सिटी परियोजनाओं के महत्वपूर्ण पहलुओं को रेखांकित करते हैं। स्मार्ट सिटी दृष्टिकोण शहर विकास प्रक्रिया में शहरीकरण से जुड़ी मौजूदा समस्याओं को कम करने और सार्वजनिक जीवन की गुणवत्ता में सुधार लाने के लिए एक प्रगति है। भारत सरकार ने देश में योजनाबद्ध शहरीकरण के लिए पहल करने के लिए "स्मार्ट सिटीज मिशन" लॉन्च किया है। भारत में किए गए दो दौर की चुनौती प्रतियोगिता से कुल "100 शहरों" का चयन किया गया था। हालांकि, चयन प्रक्रिया पर कुछ विवादास्पद दृष्टिकोण थे। इसलिए, उन शहरों का चयन करने से पहले शहर विश्लेषण की आवश्यकता है जो स्मार्ट शहर के विकास और भविष्य में शहरी संभावनाओं के दृष्टिकोण को बढ़ाएंगे। स्मार्ट समाधान को शामिल करने के लिए शहर विश्लेषण और शहर परिवर्तन के लिए कोई पर्याप्त ढांचा या मॉडल नहीं मिला था। प्रभावी कार्यान्वयन और स्मार्ट पड़ोस डिजाइन के लिए प्रशासन संरचना पर साहित्य में शून्य है।

ऐसे मुद्दों को हल करने के लिए, पहला अध्ययन पदानुक्रमित संबंधों और पहचाने गए कारकों की ड्राइविंग शक्तियों के आधार पर शहर की योग्यता का आकलन करने के लिए भारत मानदंड का प्रस्ताव करता है। कारकों को साहित्य अध्ययन से चुना जाता है और विशेषज्ञों के समूह की सर्वसम्मति से अंतिम रूप दिया जाता है। कारकों के बीच जटिल अंतः-संबंधों का विश्लेषण करने और चयन पदानुक्रम विकसित करने के लिए कुल व्याख्यात्मक संरचनात्मक मॉडलिंग (टीआईएसएम) का उपयोग किया जाता है। अस्पष्ट शक्ति और निर्भरता के आधार पर अस्पष्ट एमआईसीएमएसी प्रक्रिया का उपयोग सभी कारकों को चार वर्गों में वर्गीकृत करने के लिए किया जाता है। स्थाई ड्राइविंग शक्ति का उपयोग प्रत्येक कारक के लिए संबंधित वजन की गणना करने के लिए किया जाता है। अध्ययन निष्कर्षों में, शहर की योग्यता और परिवर्तन का विश्लेषण करने के लिए सबसे ड्राइविंग कारक, लिंकेज कारक और निर्भर कारकों की पहचान की जाती है। नीति निर्माताओं, सरकारी अधिकारियों और निर्णयों के निर्माताओं को इस अध्ययन के परिणामों से लाभ मिलेगा ताकि वे स्मार्ट राष्ट्र बनने के लिए तेजी से आगे बढ़ने के लिए भारत में स्मार्ट शहरों के मिशन को पूरा करने के लिए शहरों की शीर्ष "एन" संख्या का चयन कर सकें।

दूसरा अध्ययन विभिन्न शहर आयामों के बीच सभी संभावित सेवाओं की पड़ताल करता है जो शहर को स्मार्ट बना सकते हैं। स्मार्ट सेवाओं से संबंधित विचार भारत में ऑनलाइन किए गए सहकर्मी-रचनात्मक भीड़-प्रक्रिया प्रक्रिया से एकत्र किए जाते हैं। एक निर्देशित गुणात्मक पारंपरिक सामग्री विश्लेषण का उपयोग एकत्रित विचारों का विश्लेषण करने के लिए किया जाता है। अद्वितीय विचार 19 विभिन्न सेवा श्रेणियों में क्लस्टर किए गए हैं। निष्कर्ष आवश्यक बुनियादी आधारभूत विकास के साथ बहुआयामी सेवा वर्गीकरण का सुझाव देते हैं। स्मार्ट सिटी ट्रांसफॉर्मेशन फ्रेमवर्क (एससीटीएफ) को नीति निर्माताओं, शहरी डेवलपर्स, सरकारी अधिकारियों और सेवा प्रदाताओं को समझने के मामले में और स्मार्ट शहरों के विकास के लिए सुझाए गए स्मार्ट समाधानों से अधिक अंतर्दृष्टि आकर्षित करने में मदद करने के लिए प्रस्तावित किया गया है। शहर परिवर्तन को चित्रित करने के लिए प्रस्तावित ढांचे में चार मुख्य क्षेत्रों (योजना, भौतिक आधारभूत संरचना, आईसीटी बुनियादी ढांचे, और स्मार्ट समाधान तैनाती) चर्चा की गई है। प्रस्तावित एससीटीएफ साहित्य और उनके प्रभावशीलता का प्रदर्शन करने के लिए दुनिया भर के विभिन्न स्मार्ट शहरों द्वारा अपनाए गए उदाहरणों द्वारा समर्थित है। इसके अलावा,

एक मस्तिष्क मानचित्र को शहर परिवर्तन प्रक्रिया के लिए एक आकर्षक और प्रक्रियात्मक दृश्यता में एकत्रित विचारों के बीच अंतर-संबंधों को चित्रित करने के लिए डिजाइन किया गया है।

तीसरा अध्ययन विभिन्न निर्धारकों को बताता है जो शहर प्रशासन को स्मार्ट बनाने के लिए आवश्यक हैं। निर्धारक विशाल साहित्य अध्ययन से पहचाने जाते हैं। चयनित निर्धारकों को अंतिम रूप देने के लिए विशेषज्ञों की राय ली गई थी। साहित्य और पिछले सिद्धांतों के आधार पर परिकल्पनाएं तैयार की गई थीं। स्मार्ट गवर्नेंस का विकसित शोध मॉडल एक सर्वेक्षण डिजाइन और बहुविकल्पीय डेटा विश्लेषण द्वारा परीक्षण किया जाता है। भारत से विविध पृष्ठभूमि के साथ 514 उत्तरदाताओं से डेटा एकत्र किया गया था। डेटा का विश्लेषण करने के लिए वर्णनात्मक आंकड़े, कारक विश्लेषण, और एकाधिक प्रतिगमन तैनात किए गए हैं। परिकल्पनाओं को परिणाम द्वारा समर्थित किया जाता है और स्वीकार्य कारक भार के साथ संरचनाओं का एक अच्छा फिट होता है। रिग्रेशन विश्लेषण ने इस अध्ययन में चुने गए सभी स्वतंत्र निर्धारकों से स्वीकार्य योगदान (समायोजित आर 2 = 0.707) की भविष्यवाणी की है। इस अध्ययन से प्रशासन में सुधार के लिए सही पहल करने के लिए स्मार्ट शासन के बारे में समेकित समझ के संदर्भ में नीति निर्माताओं और सरकारी अधिकारियों को लाभ होगा।

चौथा अध्ययन शहर के योजनाकारों और निर्णय निर्माताओं के दृष्टिकोण से स्मार्ट के रूप में पड़ोस के स्थानों को डिजाइन करने के लिए विभिन्न कारकों के बीच पदानुक्रमिक संबंध दिखाता है। एक दो चरण की पद्धति का पालन किया जाता है। सबसे पहले, पड़ोस के लिए प्रमुख कारकों को साहित्य अध्ययन से पहचाना जाता है। चयनित कारक नमूना टी-टेस्ट द्वारा मान्य हैं। दूसरा टीआईएसएम का प्रयोग विभिन्न कारकों के बीच संबंधों की जटिलता की व्याख्या करने के लिए किया जाता है। इसके अलावा, एमआईसीएमसी विश्लेषण नीति निर्माताओं और शहर योजनाकारों को पड़ोस के डिजाइन के लिए सबसे अधिक ड्राइविंग कारकों पर ध्यान केंद्रित करने में मदद करेगा।

ये चार अध्ययन स्मार्ट शहरों की परियोजनाओं के सफल कार्यान्वयन के लिए स्मार्ट शहरों के समग्र दृष्टिकोण के लिए सैद्धांतिक और व्यावहारिक अंतराल को पुल करते हैं। अध्ययन का संश्लेषण अन्वेषणकारी, अनुभवजन्य और विश्वव्यापी स्मार्ट शहरों के मामलों से महत्वपूर्ण शिक्षाओं से जुड़ा हुआ है। नीति निर्माताओं और शहर के डेवलपर्स अध्ययन सिफारिशों पर ध्यान केंद्रित करके लाभ उठा सकते हैं। प्रस्तावित शहर विश्लेषण मॉडल शहर योजनाकारों, निर्णय निर्माताओं और मानदंड डेवलपर्स को शहर चयन प्रक्रिया के लिए विचार किए जाने वाले शहर के आवश्यक पहलुओं को समझने में सहायता करेगा। प्रस्तावित एससीटीएफ ढांचा मौजूदा शहर को अपग्रेड करने या एक नए स्मार्ट शहर के विकास के माध्यम से या तो स्मार्ट सिटी डिजाइन प्रक्रिया में प्रभावी रूप से योगदान देता है।

स्मार्ट गवर्नेंस के लिए प्रस्तावित निर्धारक नए शिक्षार्थियों, नीति निर्माताओं, शहर योजनाकारों और सरकारी अधिकारियों के लिए प्रभावी नीति डिजाइन और कार्यान्वयन के लिए प्रशासन को बदलने के ज्ञान को समझने, सीखने और ज्ञान प्राप्त करने के लिए आधार बनाते हैं ताकि शहरी अंतरिक्ष को स्मार्ट शहर के रूप में विकसित किया जा सके। स्मार्ट पड़ोस मॉडल के नतीजे शहरी समूह को कम करने और स्मार्ट शहरों के साथ पड़ोस के स्थानों के रूप में पड़ोस के स्थानों को विकसित करने के लिए प्रमुख फोकस करने वाले बिंदुओं को चित्रित करते हैं। शोध एकत्रित ज्ञान, अनुसंधानपरिणामों और भविष्य के शोध के लिए दिशाओं के संदर्भ में पूर्व और अनुशासनिक अनुसंधान को काफी हद तक लाभान्वित करता है।

यदि कोई भौगोलिक बाधाओं में अध्ययन को दोहराना चाहता है तो अध्ययन सीमाओं पर पूरी तरह से चर्चा की गई है। भविष्य के अनुसंधान के क्षेत्र पारदर्शी क्षेत्रों के लिए एक स्पष्ट दिशा दिखाते हैं ताकि परिस्थितियों, प्रौद्योगिकियों और नागरिकों की प्राथमिकताओं में अनुकूल परिवर्तनों के लिए अधिक मजबूत समाधान विकसित किए जा सकें, स्मार्ट शहरों को भारत में एक शानदार सफल मिशन बनाने के लिए उनकी मांग और विकल्पों के आधार पर।

मुख्य शब्द: शहरी नियोजन; स्मार्ट शहर की पहल; शहर चयन; स्मार्ट शहर परिवर्तन; स्मार्ट शासन

Table of Contents

Abstract	i
Table of Contents	vii
List of Figures	xi
List of Tables	xii
List of Abbreviations	xiv
Chapter 1. Introduction	1
1.1 Background – Urban Issues in India	1
1.2 Various urban initiatives taken by Indian Government	2
1.3 Smart cities: a new aspect of urbanization	5
1.4 Need for this research	7
1.5 Organization of Thesis	11
Chapter 2. Literature Studies	14
2.1 Introduction	14
2.2 Evolution of smart city concept	14
2.3 Smart city- an overview	16
2.3.1 Smart City Definitions	16
2.3.2 Dimensions of smart city	19
2.3.3 Key characteristics	20
2.3.4 Pillars of Smart city	21
2.3.5 Drivers to smart city	22
2.3.6 Smart city built up approaches	23
2.4 Designing smart solutions	24
2.4.1 Service typologies and service delivery models	24
2.4.2 Technological adoption and citizens’ engagement	26
2.5 Implementation of smart city solutions	27
2.5.1 Role of governance in smart city development	27

2.5.2 Existing governance models	28
2.5.3 Necessity of smart governance	30
2.6 Reducing urban polarization in smart cities	31
2.7 Some other challenging viewpoints about smart city development	32
2.8 Tracking of smart city mission in India	32
2.9 Smart city initiatives across globe	36
2.10 Research Gaps	49
2.11 Concluding remarks	50
Chapter 3. Research Design	51
3.1 Introduction	51
3.2 Research Questions and Objectives	51
3.3 Scope of work	53
3.4 Research Methodology	53
3.4.1 Total Interpretive Structural Modeling (TISM)	55
3.4.2 Fuzzy-MICMAC	56
3.4.3 Crowdsourcing	57
3.4.4 Content Analysis	59
3.4.5 Mind mapping	61
3.5 Data Collection	62
3.6 Data Analysis approach	63
3.7 Concluding remarks	65
Chapter 4. Study 1 - Selection of cities	66
4.1 Introduction	66
4.1.1 Urbanization in India	66
4.1.2 Smart Cities Mission to deal with urban issues	68
4.1.3 Selection of 100 cities: City challenge competition	69
4.2 Problem statement	71
4.3 Review of related studies	72
4.3.1 Smart city development – Expectations vs reality	72

4.3.2 Focusing viewpoints on analyzing the city	74
4.4 Experimental Design	78
4.5 Results	83
4.5.1 TISM Model and interrelationships among the factors	83
4.5.2 Factors classification and assigning weights	87
4.6 Discussions	90
4.7 Concluding Remarks	93
Chapter 5. Study 2 - Smart solutions for smart city transformation	95
5.1 Introduction	95
5.2 Problem Statement and Background	95
5.3 Service planning for smart cities	96
5.4 Experimental design	99
5.5 Results	101
5.6 Discussions	109
5.6.1 The proposed smart city transformation framework	109
5.6.2 The mind map visualization for smart city transformation	120
5.7 Concluding Remarks	122
Chapter 6. Study 3 - Smart governance for smart cities	123
6.1 Introduction	123
6.2 Problem Statement and Background	123
6.3 Aspects of modernization in governance	125
6.4 Conceptualization and theoretical background	127
6.5 Experimental Design	134
6.5.1 Questionnaire Design and Survey	135
6.5.2 Survey data analysis	137
6.6 Results	137
6.7 Discussions	145
6.8 Concluding Remarks	148

Chapter 7. Study 4 - Reducing urban polarization in Smart cities	149
7.1 Introduction	149
7.2 Problem Statement and Background	149
7.3 Preceding viewpoints of neighbourhood design	150
7.4 Experimental Design	151
7.5 Results	154
7.5.1 TISM Model for smart neighbourhood design	154
7.5.2 Factors classification using MICMAC analysis	155
7.6 Discussions	156
7.7 Concluding Remarks	159
Chapter 8. Summary & Conclusions	160
8.1 Introduction	160
8.2 Research Summary	160
8.2.1 Revisiting Research Questions	162
8.2.2 Research Objectives Revisited	165
8.3 Key Findings of research	169
8.4 Synthesis of research	170
8.5 Key Recommendations	175
8.6 Contribution of this research	178
8.6.1 Contributions to theory and body of knowledge	178
8.6.2 Utility of the research for business/practice	179
8.7 Implications of the research	180
8.8 Limitations of the study	181
8.9 Scope for future research	182
8.10 Concluding remarks	182
References	184
Appendices	208
List of Publications	230
About the Author	233

List of Figures

Figure 1.1 Urban-initiatives in India	3
Figure 3.1 Tree visualization of research problem	52
Figure 3.2 Research flow chart to perform this study	64
Figure 4.1 TISM model for city analysis & city selection process	85
Figure 4.2 Results of fuzzy-MICMAC process	87
Figure 4.3 The weighted criteria for city analysis & selection	89
Figure 5.1 The categorization of received ideas	102
Figure 5.2 A framework for smart city transformation	111
Figure 5.3 Mind map visualization for smart city transformation	121
Figure 6.1 Research model for analyzing the determinants of smart governance	134
Figure 7.1 TISM model for smart neighbourhood design	154
Figure 7.2 MICMAC analysis- illustrating driving power and dependence	155
Figure 8.1 Synthesis of research study	174

List of Tables

Table 2.1 Smart City Definitions	16
Table 2.2 Dimensions of a smart city	19
Table 2.3 Key characteristics for smart city environment	20
Table 2.4 The drivers for smart cities development	22
Table 2.5 Smart solutions adopted in Barcelona	36
Table 2.6 Smart solutions adopted by San Francisco	38
Table 2.7 Smart solutions adopted by Seoul	39
Table 2.8 Smart solutions adopted by New York City	40
Table 2.9 Smart solutions adopted by Tel-Aviv	42
Table 2.10 Smart solutions adopted in Birmingham	43
Table 2.11 Smart solutions adopted by HafenCity	44
Table 2.12 Smart solutions adopted by MASDAR City	45
Table 2.13 Summary of smart initiatives across world	45
Table 3.1 Possibility of numerical values of reachability	56
Table 3.2 Research Questions, Objectives and corresponding used Methodology	62
Table 4.1 Selected factors for city eligibility analysis	79
Table 4.2 Construct validity of the factors	83
Table 4.3 The criteria weights for each factor	88
Table 5.1 Crowdsourced service solutions for smart city development	103
Table 6.1 The selected determinants for smart governance	127
Table 6.2 The demographics details of the survey	138

Table 6.3 Item statistics summary	139
Table 6.4 Factor loading values of associated items	140
Table 6.5 Total Variance Explained	142
Table 6.6 Correlations matrix	143
Table 6.7 Coefficient of Multiple regression analysis	144
Table 7.1 The description of chosen factors for neighbourhood design	152
Table 7.2 Factors validation through single sample t-test	153
Table 8.1 Revisiting research questions and their answers	164
Table 8.2 Revisiting the research objectives	167
Table 8.3 Key learnings from the research	170

List of Abbreviations

AHP	Analytical Hierarchy Process
AmI	Ambient Intelligence
AMRUT	Atal Mission for Rejuvenation and Urban Transformation
ANP	Analytical Network Process
BDRM	Binary direct relationship matrix
BRT	Bus Rapid Transport system
CCTV	Closed Circuit Television
DDA	Delhi Development Authority
DMRC	Delhi Metro Rail Corporation
ELECTRE	ELimination and Choice Expressing Reality
EMAS	Expressway Monitoring Advisory System
e-services	Electronic services
FCP	Future City Platform
FDRM	fuzzy direct relationship matrix
FRM	Final Reachability Matrix
GDP	Gross Domestic Product
GLIDE	Green Link Determining System
GPS	Global Positioning System
HRIDAY	National Heritage City Development and Augmentation Yojana
ICT	Information and Communication Technologies
IDSMT	Integrated Development of Small and Medium Towns
IOC	Intelligent Operations Center
IoP	Internet of People
IoT	Internet of Things
IRENA	International Renewable Energy Agency
IRM	Initial Reachability Matrix
ISM	Interpretive Structural Modeling

IT	Information Technology
ITA	Information Technology Act
ITS	Intelligent Transportation System
JNNURM	Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission
KMO	Kaiser– Meyer–Olkin
LED	Light Emitting Diode
MCDM	Multi-criteria decision making
MICMAC	Cross- impact matrix multiplication applied to classification
MoUD	Ministry of Urban Development
NDMC	New Delhi Municipal Corporation
NYC	New York City
PCA	Principal component analysis
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
PSSCC	Public Safety and Security Center
RFID	Radio frequency identification
SCM	Smart Cities Mission
SCP	Smart City Proposal
SFMTA	San Francisco Municipal Transportation Agency
SSIM	Structural self-interaction matrix
TISM	Total Interpretive Structural Modeling
TMC	Transportation Management Center
TOPSIS	Technique for the Order of Prioritization by Similarity to Ideal Solution
UAE	United Arab Emirates
UTs	Union Territories