

**ADOPTION AND DIFFUSION OF DIGITAL  
COMMUNICATIONS IN INDIA  
AN EMPIRICAL STUDY**

**CHAVI ASRANI**



**DEPARTMENT OF HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES  
INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY DELHI**

**JANUARY 2020**

© Indian Institute of Technology Delhi (IITD), New Delhi, 2020

**ADOPTION AND DIFFUSION OF DIGITAL  
COMMUNICATIONS IN INDIA  
AN EMPIRICAL STUDY**

*by*

**CHAVI ASRANI**

**Department of Humanities and Social Sciences**

*Submitted*

**in fulfilment of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy**

*to the*



**INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY DELHI**

**JANUARY 2020**

I dedicate this thesis to my parents **Mrs Arti Asrani** and **Mr Lalit Asrani** who have been a marvellous source of inspiration and an absolute support.

## **Certificate**

This is to certify that the thesis entitled, "**Adoption and Diffusion of Digital Communications in India -An Empirical Study**" submitted by **Ms Chavi Asrani** to the Department of Humanities and Social Sciences, Indian Institute of Technology Delhi for the award of the degree of **DOCTOR OF PHILOSOPHY** is a record of the bonafide research work carried out by her. Ms Chavi Asrani has worked under my supervision for the submission of this thesis, which to my knowledge has reached the requisite standard.

This thesis or any part of it has not been presented or submitted to any other University or Institute for any degree or diploma.

Dr Ankush Agrawal  
Assistant Professor  
Department of Humanities and Social Sciences  
Indian Institute of Technology Delhi

## Acknowledgements

First and foremost, I want to thank my research supervisor **Dr Ankush Agrawal**. He has taught me, both consciously and unconsciously, how to undertake good research. I appreciate all his contributions of time and scholarly inputs to make my PhD experience productive. The zest he has for his research was emboldening for me, even during the tough times in the doctorate pursuit. Thank you much Sir, for all your support.

The **faculty members** of the **Department of Humanities and Social Sciences** and the **Department of Management Studies** at the Indian Institute of Technology (IIT) Delhi, have contributed in shaping me as a researcher, I am sincerely thankful to the faculty members in both the departments. I am much appreciative of the **SPIC MACAY** Society for organising mesmerizing cultural events at the institute, which left a deep impact on my personality and also helped me unwind from the rigours of the PhD. My time at IIT-Delhi was made memorable due to the many friends, that have become a part of my life. I am appreciative for the time spent with my friends, for the stimulating conversations over tea and the unforgettable dance practises. A special thanks to both my friends, **Dr Palakh Jain** and **Dr Sitakanta Panda** for encouraging me and helping me to stay focused during the PhD journey. I also thank Dr Sitakanta Panda for helping me find home for my year-old neem tree sapling at his then hostel ‘Shivalik’ premises on the IIT-Delhi campus. I express my gratitude to the IIT-Delhi library, administrative and supporting staff for their continuous services. Lastly, I would like to thank my mentor and a distinguished artist **Mr Naresh Kapuria** and **my family** for all their love, support and encouragement.

Chavi Asrani

## Abstract

The Information and Communications Technology (ICT) revolution has drastically improved global connectivity, and amalgamated into various aspects of modern human life thus altering business structures and consumer habits. It has become an essential infrastructure resource for businesses, and is now reflected as a general purpose technology. ICT has emerged as the cutting edge tool for the delivery of developmental services such as healthcare, education, financial service, e-governance, e-commerce, especially in the underserved remote areas. The digital revolution which began in the United States and Europe, extended to the rest of the world and has positively impacted economic growth and welfare. Scholarship in-fact observes that ICT impacts the growth of developing economies more as compared to the advanced economies. The United Nations also recognises ICT as a critical enabler of progress towards achieving the Millennium Development Goals and the Sustainable Development Goals.

World's largest democracy and the second most populated country, India is much a part of the cutting edge technological revolution. India's digital adoption has been rapid since the year 2000, but relatively slow compared to the rest of the world. Additionally, India's ICT adoption has been an urban phenomenon with substantial disparities among the Indian states. Research explains that socio-economic disparities, associated with differences in ICT adoption, could further intensify if the existing digital gap is not bridged. Thus there exists a significant threshold for policymakers. To take better policy decisions for bridging India's digital divide it is imperative to understand the factors influencing the adoption and diffusion of digital communications in India. Further, ICT services exhibit positive network externality, the value of the service grows as more users subscribe to the service, as it escalates the potential number of communications patterns. With the increased communications patterns the economic activity grows as more economic agents can collaborate, thereby increasing business activity. Better communications services also enhance system efficiency by reducing information asymmetries. Also as the number of subscribers in a particular geography increase, the cost of providing services to a specific user in the particular location reduces due to the economies of scale. But, ICT utilities also face a risk of a congestion externality, as the infrastructure utilisation moves towards its full capacity utilisation; the service quality could deteriorate, which makes capacity planning crucial. Forecasting the future mobile subscription levels and Internet usage levels at a particular point in time will help policymakers and service providers to plan for the capacity (infrastructure) needs of the future. The forecast may also facilitate a

better-informed discussion for understanding the revenue digital communications services could generate, which shall help in deciding the tax rates in the sector. From an operator's managerial perspective, the forecast would allow them to understand the potential of India's digital communications sector better, and plan for better logistics for ensuring enhanced customer services. The correlates of India's ICT adoption will enable policymakers to design targeted policies to bridge the digital gap in the country, and assist the industry players to adopt appropriate strategies for marketing digital devices and services.

This first essay of the thesis gives an abridgment of significant policy milestones since the initiation of telecommunications services in India with the introduction of the telegraph in the year 1851 until the recently approved National Digital Communications Policy in 2018. Given the sizeable disparities in India's ICT adoption across states, the thesis surveys the socio-economic and demographic correlates impacting digital adoption using three recent large representative national household surveys on India, in the second and third essay of the thesis. The second essay investigates the factors associated with the possession of digital devices by Indian households and seeks to analyse how the socio-economic and demographic factors are associated with adoption decisions of ICT devices at the initial (computers) and advanced (mobile phones) device penetration levels, and thereby lend support to Rogers theory of innovation diffusion. The third essay surveys the extent and correlates of basic digital skills among the Indian population. The three basic digital skills analysed are - ability use ICT devices for word processing/typing; ability to search information from the Internet; and ability to use email. It is observed that among the various socio-economic and demographic attributes, education and income are the strong classifiers for access to digital devices, while age and gender are the correlates with highest magnitudes as determinants of digital skills after controlling for ICT access among the socio-economic and demographic correlates. The last essay of thesis seeks to identify the diffusion pattern of digital communications in India over time, and comprehends how the augmentation of wireless technology with the introduction of data services in the year 2010 impacted the diffusion process of mobile subscription and Internet usage in India. Determining the diffusion pattern of digital communications, while considering for technological augmentation, will provide an understanding of the pattern of uptake of emerging technologies. Further, forecast of mobile subscriber levels and Internet user levels in India may assist in infrastructure planning.

## Hindi Abstract

### सार

सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी (आई.सी.टी.) क्रान्ति ने वैश्विक संयोजकता में तीव्र सुधार लाकर उसे आधुनिक मानव जीवन के विभिन्न पहलुओं से एकीकृत किया है। इस तरह आधुनिक सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी ने व्यावसायिक ढांचों और उपभोक्ता प्रवृत्तियों को भी परिवर्तित किया है। यह व्यसायों के लिए एक आवश्यक ढांचागत संसाधन बन चुका है और अब यह सामान्य उद्देश्यों वाली प्रौद्योगिकी के रूप में भी परिलक्षित हो रही है। साथ ही, आई.सी.टी. स्वास्थ्य देखभाल, शिक्षा, वित्तीय सेवाओं, ई-प्रशासन, ई-वाणिज्य जैसी विकास सेवाओं के वितरण के लिए एक अग्रणी साधन के रूप में उभरी है, विशेषकर दूरस्थ क्षेत्रों में जो अब तक प्रायः अछूते रहे हैं।

संयुक्त राज्य अमेरिका और योरोप में शुरू हुई डिजिटल क्रान्ति ने शेष विश्व में विस्तार पायी। यह आर्थिक वृद्धि व जनकल्याण को सकारात्मक रूप से प्रभावित कर चुकी है। इस विषय पर किए गए अध्ययनों से यह पता चलता है कि आई.सी.टी. विकसित अर्थव्यवस्थाओं की तुलना में विकासशील अर्थव्यवस्थाओं के विकास को अधिक प्रभावित करती है। संयुक्त राष्ट्र महासंघ भी सहस्राब्दी विकास लक्ष्यों व सतत विकास लक्ष्यों की प्राप्ति में आई.सी.टी. को प्रगति के एक महत्वपूर्ण सम्बल मानता है। विश्व का सबसे बड़ा लोकतन्त्र और दूसरी सबसे बड़ी जनसंख्या वाला देश भारत इस प्रौद्योगिकीय क्रान्ति का हिस्सा है। सन् 2000 से भारत का डिजिटल अंगीकरण काफी तेज रहा है, किन्तु वैश्विक तुलना में आनुपातिक रूप से धीमा ही कहलाएगा। साथ ही, भारत का आई.सी.टी. अंगीकरण प्रायः एक शहरी घटना रहा है और देश के प्रदेशों के बीच उल्लेखनीय विषमताएं विद्यमान हैं। अनुसन्धान से यह स्पष्ट होता है कि समाजार्थिक विषमताएं, जो आई.सी.टी. अंगीकरण की मात्रा में अन्तर से जुड़ी हैं, आगे चलकर बढ़ सकती हैं अगर वर्तमान डिजिटल अन्तर को पाटा नहीं गया। इस प्रकार नीति-निर्माताओं के सामने महत्वपूर्ण सीमाएं हैं।

भारत के डिजिटल अन्तर को पाटने के लिए देश में डिजिटल संचार के अंगीकरण और व्यापन को प्रभावित करनेवाले कारकों को समझना जरूरी है। आई.सी.टी. सेवाएं सकारात्मक तन्त्र बाह्यता का प्रदर्शन करती हैं। इसके चलते इस सेवा का मूल्य बढ़ता है। अधिक संख्या में उपयोगकर्ता मोबाइल सेवाओं के ग्राहक बनते हैं क्योंकि यह संचार के प्रतिरूपों (पैटर्न) की सम्भावित संख्या में वृद्धि करती है। बढ़े हुए संचार प्रतिरूपों के साथ आर्थिक गतिविधियां भी बढ़ती हैं क्योंकि ज्यादा आर्थिक घटक इसमें सहयोग कर सकते हैं, जिससे व्यावसायिक गतिविधि बढ़ती है।

बेहतर संचार सेवाएं सूचना विषमताओं को घटाकर प्रणाली की कार्यक्षमता में भी वृद्धि करती है। साथ ही, किसी भूगोल-विशेष में सदस्यों की संख्या जैसे बढ़ती है, उस ठिकाने-विशेष में किसी विशिष्ट उपयोगकर्ता को सेवाएं प्रदान करने की लागत पैमाने की अर्थव्यवस्थाओं के कारण घटती हैं। किन्तु आई.सी.टी. उपयोगी सेवाओं के सामने जमाव से उत्पन्न होनेवाली बाह्यता का भी जोखिम है। यह इसलिए है क्योंकि ढांचागत संरचना का इस्तेमाल अपनी पूर्ण क्षमता उपयोग की ओर बढ़ता है। इससे सेवाओं की गुणवत्ता में हास हो सकता है, जिसके कारण क्षमता नियोजन अत्यन्त महत्वपूर्ण बन जाता है। समय के किसी बिन्दु-विशेष पर भावी मोबाइल सदस्यता और इण्टर्नेट इस्तेमाल के स्तरों का पूर्वानुमान करने से भविष्य की क्षमताओं और ढांचेगत सुविधाओं की आवश्यकता के लिए योजना निर्माण में नीति-निर्माताओं को काफी सहायता मिलेगी। ऐसे पूर्वानुमान डिजिटल संचार सेवाओं से उत्पन्न हो सकने वाली आय की सम्भावनाओं की समझ हेतु अधिक जानकारी-सम्पन्न चर्चा में भी सहायक हो सकते हैं। इससे इस क्षेत्र में कर के दरों के निर्धारण में सहायता मिल सकती है।

प्रचालकों के प्रबन्धकीय परिप्रेक्ष्य में देखें तो इस तरह के पूर्वानुमान उन्हें भारत के डिजिटल संचार क्षेत्र को बेहतर समझने और संवर्धित ग्राहक सेवाओं को सुनिश्चित करने में मदद करेंगे। भारत के आई.सी.टी. अंगीकरण के सहसम्बन्ध नीति-निर्माताओं को देश में डिजिटल अन्तर को पाटने के लिए लक्षित नीतियों

के निर्माण में सहायक होंगे। ये सहसम्बन्ध डिजिटल उपकरणों और सेवाओं के विपणन के लिए उद्योग के खिलाड़ियों को उचित रणनीतियां अपनाने में भी मदद करेंगे।

इस प्रसंग का यह पहला निबन्ध 1851 में टेलिग्राफ के प्रवेश से लेकर हाल ही में सितम्बर 2018 में स्वीकृत राष्ट्रीय डिजिटल संचार नीति तक भारत में दूरसंचार सेवाओं के प्रारम्भ के पश्चात महत्वपूर्ण नीति प्रसंगों का सार प्रस्तुत करता है। भारत के आई.सी.टी. अंगीकरण में राज्यों में काफी असमानताएं हैं, और इन्हें देखते हुए यह अध्ययन अपने दूसरे व तीसरे निबन्धों में भारत में हुए तीन विशाल राष्ट्रीय प्रतिनिधि घरेलू सर्वेक्षणों का इस्तेमाल करते हुए डिजिटल अंगीकरण को प्रभावित करनेवाले समाजार्थिक व जनसांख्यिकीय सहसम्बन्धों का निरीक्षण करता है। दूसरा निबन्ध भारतीय घरों में डिजिटल उपकरणों के स्वामित्व से जुड़े कारकों की जांच करता है। यह निबन्ध इस बात का विश्लेषण करने का प्रयास करता है कि किस प्रकार समाजार्थिक और जनसांख्यिकीय कारण प्रारम्भिक (याने कम्प्यूटर) और उन्नत उपकरणों (याने मोबाइल फोन) के अपनाने के निर्णयों से जुड़े हैं। इस तरह यह निबन्ध नवपरिवर्तन के व्यापन के रॉजर्स सिद्धान्त का अनुमोदन करता है। तीसरा निबन्ध भारत की जनसंख्या में बुनियादी डिजिटल कुशलताओं की मात्रा और सहसम्बन्धों का सर्वेक्षण करता है। तीन बुनियादी डिजिटल कुशलताओं का विश्लेषण इस निबन्ध में क्या गया है। ये हैं — वर्डप्रोसेसिंग/टाइप करने के लिए आई.सी.टी. उपकरणों के इस्तेमाल का कौशल, इण्टर्नेट से जानकारी ढूँढने की क्षमता और ईमेल के इस्तेमाल की कुशलता।

यह देखा गया है कि विभिन्न समाजार्थिक और जनसांख्यिकीय गुणों में डिजिटल सेवाओं तक पहुंच के लिए शिक्षा और आय सबसे सशक्त विशेषक हैं। समाजार्थिक और जनसांख्यिकीय सहसम्बन्धों में आई.सी.टी. पहुंच हेतु नियन्त्रण के बाद डिजिटल कुशलताओं के निर्धारकों के रूप में सबसे ज्यादा परिमाण वाले सहसम्बन्ध हैं आयु और लिंग।

इस अध्ययन का आखरी निबन्ध भारत में समय के साथ डिजिटल संचार के व्यापन के प्रतिरूप को जानने का प्रयास करता है। यह निबन्ध यह भी जानने का उद्यम करता है कि सन् 2010 में डेटा सेवाओं के प्रवेश से हुई तार-रहित प्रौद्योगिकी के आवर्धन ने भारत में मोबाइल सदस्यता और इण्टर्नेट इस्तेमाल के व्यापन की प्रक्रिया को किस तरह प्रभावित किया। डिजिटल संचार के व्यापन के चित्र का निर्धारण और उसके साथ प्रौद्योगिकीय आवर्धन का भी विचार करने से उभर रही प्रौद्योगिकियों की तस्वीर की समझ उपलब्ध होगी। आगे चलकर भारत में मोबाइल सदस्यता और इण्टर्नेट उपयोगकर्ताओं के स्तरों का पूर्वानुमान ढांचागत नियोजन में भी सहायक हो सकता है।

## Table of Contents

Certificate.....	i
Acknowledgements.....	ii
Abstract.....	iii
Hindi Abstract.....	v
Table of Contents.....	ix
List of Figures.....	x
List of Tables.....	xi
List of Abbreviations.....	xii
Chapter 1 Introduction: ICT an Enabler of Economic Growth and Development.....	1
Chapter 2 Significant Policy Milestones in India’s Digital Evolution.....	11
Chapter 3 Understanding India’s digital access divide: Extent and Correlates.....	37
Appendix 3A Matrix of Correlates.....	63
Chapter 4 Surveying India’s Digital Skill Divide: Extent and Correlates.....	67
Appendix 4A Matrix of Correlates.....	84
Chapter 5 Diffusion and Adoption of Digital Communications Services in India.....	87
Chapter 6 Conclusion.....	112
References.....	117
Curriculum Vitae.....	135

## List of Figures

Figure 1.1: Mobile subscription per 100 population globally and in India .....	8
Figure 1.2: Individuals using Internet per 100 population globally and in India .....	8
Figure 1.3: Circle/state wise tele-density in India in October 2018 .....	9
Figure 2.1a: Market share in wireless communications in term of subscriber numbers in January, 2010.....	34
Figure 2.1b: Market share in wireless communications in term of subscriber numbers in October, 2018.....	34
Figure 2.2a:Market share in wireline communications in term of subscriber numbers in January 2010 .....	35
Figure 2.2b:Market share in wireline communications in term of subscriber numbers in October 2018.....	35
Figure 2.3: Digital evolution of India-1990-2018.....	36
Figure 3.1: The sigmoid S-shaped curve of diffusion of innovation/technology .....	58
Figure 3.2: Factors influencing ICT adoption.....	58
Figure 3.3a: Household mobile density by income (MPCE) deciles.....	59
Figure 3.3b: Household computer density by income (MPCE) deciles.....	59
Figure 3.4a: State wise household mobile penetration during 2011-12 (in per cent) .....	60
Figure 3.4b: State wise household mobile penetration during 2009-10 (in per cent).....	60
Figure 3.5a: State wise household computer penetration during 2011-12 (in per cent) ..	61
Figure 3.5b: State wise household computer penetration during 2009-10 (in per cent) ..	61
Figure 3.6a: State household mobile phone density and urban-rural disparity.....	62
Figure 3.6b: State wise household computer density and urban-rural disparity.....	62
Figure 4.1: Skill density by income (MPCE) deciles .....	82
Figure 4.2: Regional skill density by age.....	82
Figure 4.3a: State wise ICT skill density in India during the year 2014-ability to do word processing/use .....	83
Figure 4.3b: State wise skill density in India during 2014- ability to search information online.....	83
Figure 4.3c: State wise digital skill density in India during the year 2014- ability to email.....	83
Figure 5.1a: Bivariate graph of regional ICT adoption and income (MPCE) .....	108
Figure 5.1b: Bivariate graph of regional ICT adoption and inequality.....	108
Figure 5.1c: Bivariate graph of regional ICT adoption and education .....	109
Figure 5.1d: Bivariate graph of regional ICT adoption and proportion of scheduled cast and scheduled tribe in the region .....	109
Figure 5.1e: Bivariate graph of regional ICT adoption density and urbanisation .....	110
Figure 5.2a: Projections of mobile-density in India.....	111
Figure 5.2b: Projections of Internet user density in India.....	111

## List of Tables

Table 3.1 Characteristics of households in the samples .....	53
Table 3.2 Variable definitions.....	53
Table 3.3 Descriptive statistics .....	54
Table 3.4 Share of households having access to mobile and computers (in per cent).55	
Table 3.5a Correlates of possession of mobile(s) .....	56
Table 3.5b Correlates of possession of computer(s).....	57
Table 3A.1 Correlation matrix for rural sector for the 66 <sup>th</sup> NSSO round.....	63
Table 3A.2 Correlation matrix for urban sector for the 66 <sup>th</sup> NSSO round .....	64
Table 3A.3 Correlation matrix for rural sector for the 68 <sup>th</sup> NSSO round.....	65
Table 3A.4 Correlation matrix for urban sector for the 68 <sup>th</sup> NSSO round .....	66
Table 4.1a Characteristics of the sample .....	77
Table 4.1b Digital skills and ICT access .....	77
Table 4.2 Variable definitions.....	78
Table 4.3 Descriptive statistics .....	79
Table 4.4 Share of population above the age of 14 years having digital skills.....	80
Table 4.5 Correlates of digital skills of individuals (above the age of 14 years) .....	81
Table 4B.1 Correlation matrix for rural sector for the 71 <sup>st</sup> NSSO round .....	84
Table 4B.2 Correlation matrix for urban sector for the 71 <sup>st</sup> NSSO round.....	85
Table 5.1 Epidemic diffusion models .....	105
Table 5.2a Gompertz model results for mobile subscriber density .....	105
Table 5.2b Gompertz model results for Internet user density.....	105
Table 5.3a Estimates of mobile subscription density.....	106
Table 5.3b Estimates of mobile operator revenue .....	106
Table 5.3c Estimates of Internet user density .....	106
Table 5.4a Panel data random effects model results (mobile phone) .....	107
Table 5.4b Panel data random effects model results (computer).....	107

## **List of Abbreviations**

BHIM-Bharat Interface for Money  
BSNL- Bharat Sanchar Nigam Limited  
BWA- Broadband Wireless Access  
C-DOT- Centre for Development of Telematics  
CDMA- Code Division Multiple Access  
CPP- Calling Party Pays  
CSCs- Common Service Centres  
DoT- Department of Telecommunications  
ERNET- Education and Research Network  
e-NAM- electronic National Agriculture Market  
FYP- Five Year Plan  
HLR- Home Location Register  
GDP- Gross Domestic Product  
GSM- Global System for Mobile  
GoI- Government of India  
ICT- Information and Communications Technology  
ILD- International Long Distance  
ITU-International Telecommunication Union  
IUC- Interconnection User Charge  
IP- Internet Protocol  
ISP- Internet Service Provider  
LSA- Licence Service Area  
LTE- Long Term Evolution  
MTNL- Mahanagar Telephone Nigam Limited  
MeitY- Ministry of Electronics and Information Technology  
MNP- Mobile Number Portability  
NTP- National Telecom Policy  
NLD- National Long Distance  
NSSO- National Sample Survey Organisation  
NDCP- National Digital Communications Policy  
NeGP- National e-Governance Plan

NIXI- National Internet Exchange of India  
OECD- Organisation for Economic Co-operation and Development  
QoS- Quality of Service  
PIB- Press Information Bureau  
SEHAT- Social Endeavour for Health and Telemedicine  
SIM- Subscriber Identification Module  
2G- Second generation  
TDSAT- Telecom Disputes Settlement and Appellate Tribunal  
3G- Third-generation  
TSP- Telecom service providers  
TRAI- Telecom Regulatory Authority of India  
TCIL- Telecommunications Consultants India Limited  
VIF- Variance Inflation Factor  
VLR- Visitor Location Register  
VSNL- Videsh Sanchar Nigam Limited  
VNO- Virtual Network Operators  
VoLTE- Voice over Long Term Evolution