*भारत में एनईएफटी लेनदेन का नेटवर्क विश्लेषण**

भारतीय परिप्रेक्ष्य में पहले प्रयास के रूप में, हम एनईएफटी प्रणाली के नेटवर्क टोपोलॉजी को परखते हैं और सेंट्रालिटी के नेटवर्क मेट्रिक्स का उपयोग करके वित्तीय अंतर्संबद्धता का विश्लेषण करते हैं। वर्ष 2019 के मार्च और अप्रैल माहों की प्रत्येक प्रतिभागी संस्था की जानकारी का उपयोग करते हुए, हम लिंकेज को दर्शाते हुए नेटवर्क ग्राफ़ का निर्माण करते हैं। हम पैटर्न की पहचान करने के उद्देश्य से बैंकों के विभिन्न समूहों के आपस के संबंध का पता लगाने के लिए इन डेटा का उपयोग करते हैं । हम गैर-पैरामेट्रिक पद्धति का उपयोग करके उनके प्रणालीगत महत्व के क्रम में पेमेन्ट नेटवर्क में प्रमुख प्रतिभागियों का पता लगाने का भी प्रयास करते हैं ।

परिचय

वित्तीय स्थिरता के परिप्रेक्ष्य में, केंद्रीय बैंकों और विनियामकों ने ज्यादा से ज्यादा महसूस किया कि वित्तीय प्रणाली की बनावट में बैंकों और वित्तीय संस्थाओं में अंतर्निहित अंतर्संबद्धता को समझना अत्यंत महत्वपूर्ण है। तदनुसार, वित्तीय स्थिरता के पर्यवेक्षी और विनियामक ढांचे ने अंतर्संबद्धता को मापने एवं प्रणालीगत रूप से महत्वपूर्ण वित्तीय संस्थाओं को पहचानने के लिए उन्नत सैद्धांतिक तथा प्रयोगसिद्ध मॉडल के उपयोग के जरिए काफी सख्ती बरती है। 2008 के वैश्विक संकट के बाद से, नेटवर्क मॉडल अंतरबैंक वितीय एक्सपोज़र के विश्लेषण के लिए एक उपकरण के रूप में उभरा है। तदनुसार हाल के साहित्य ने वित्तीय स्थिरता विश्लेषण (Caccioli *et al.*, 2018) के मौजूदा फ्रेमवर्क के पूरक के रूप में अंतरबैंक भुगतान लेनदेनों के नेटवर्क विश्लेषण की भूमिका पर जोर दिया है। जहां केंद्रीय बैंक भुगतान और निपटान इन्फ्रास्ट्रक्चर के ऑपरेटर हैं, जैसा भारत में, वहां तुलनात्मक लाभ यह है कि स्वच्छ, संरचित और सटीक डेटा प्राप्त करना अपेक्षाकृत रूप से आसान होता है क्योंकि ये डेटा नेटवर्क विश्लेषण के लिए महत्वपूर्ण होते हैं। अतः, आश्चर्यजनक बात यह है कि भारत में भुगतान प्रणाली में भाग लेने वाली संस्थाओं की अंतर्संबद्धता के विषय में थोड़ा ही शोध हुआ है। भारतीय परिप्रेक्ष्य में पहले प्रयास के रूप में इस अंतर को पाटना इस अध्ययन की प्रेरणा है। हम केस स्टडी के रूप में राष्ट्रीय इलेक्ट्रॉनिक निधि अंतरण (एनईएफटी) प्रणाली का उपयोग करते हैं। भारतीय रिज़र्व बैंक (आरबीआई) द्वारा परिचालित, यह मात्रा के आधार पर भारत की सबसे बड़ी भुगतान प्रणाली है और खुदरा भुगतान के क्षेत्र में काया पलट करने वाली साबित हुई। हम एनईएफटी प्रणाली के नेटवर्क टोपोलॉजी को परखते हैं और सेंट्रालिटी के नेटवर्क मेट्रिक्स का उपयोग करके वित्तीय अंतर्संबद्धता का विश्लेषण करते हैं। वर्ष 2019 के मार्च और अप्रैल माहों की प्रत्येक प्रतिभागी संस्था की जानकारी का उपयोग करते हुए, हम लिंकेज को दर्शाते हुए नेटवर्क ग्राफ़ का निर्माण करते हैं। हम पैटर्न की पहचान करने के उद्देश्य से बैंकों के विभिन्न समूहों के आपस के संबंध का पता लगाने के लिए इन डेटा का उपयोग करते हैं। हम गैर-पैरामेट्रिक पद्धति का उपयोग करके उनके प्रणालीगत महत्व के क्रम में पेमेन्ट नेटवर्क में प्रमुख प्रतिभागियों का पता लगाने का भी प्रयास करते हैं (Jaramillio *et al.*, 2014)।

संक्षेप में, हमारे निष्कर्ष से पता चलता है कि सरकारी क्षेत्र, निजी क्षेत्र और विदेशी बैंकों, जिसका एनईएफटी में कुल लेनदेन मूल्य मार्च और अप्रैल माह में क्रमशः लगभग 83 प्रतिशत और 87 प्रतिशत हिस्सा है, में से निजी क्षेत्र से सरकारी क्षेत्र के बैंकों में अत्यधिक प्रवाह हो रहे हैं जबकि सरकारी क्षेत्र के बैंक प्रणाली में शुद्ध प्राप्तकर्ता रहे। हम जनता और सरकारी क्षेत्र के बीच तथा निजी क्षेत्र के बैंकों के बीच मजबूत संबंधों के साक्ष्य, एनईएफटी में सहकारी बैंकों की नयी भूमिका और नव स्थापित भुगतान बैंकों की भूमिका भी प्रस्तुत करते हैं। आलेख के बाकी हिस्सों को पांच खंड़ों में विभाजित गया है। खंड II में एनईएफटी प्रणाली के संक्षिप्त परिचय के बाद, खंड III में वित्तीय अर्थशास्त्र में नेटवर्क विज्ञान के प्रयोग के साहित्य की समीक्षा की गई है। खंड IV में कार्यपद्धति एवं डेटा निर्धारित किए गए हैं। खंड V में शीर्ष के 20 प्रभावशाली बैंकों के प्रयोगसिद्ध परिणाम व रैंकिंग दिए गए हैं। नीति को लेकर कुछ नजरिया पेश करने के साथ ही खंड VI को समाप्त किया गया है।

II. एनईएफटी प्रणाली पर प्रारंभिक कार्य

एनईएफटी की नींव देश की पहली भुगतान प्रणाली के तौर पर 1990 के दशक के अंत में प्रारंभ भूतपूर्व इलेक्ट्रॉनिक

* यह आलेख भारतीय रिजर्व बैंक के आर्थिक और नीति अनुसंधान विभाग के शशि कांत और शरत चंद्र ढल द्वारा तैयार किया गया है। हम भुगतान और निपटान प्रणाली विभाग के मनीष तरोणे की सहायता के लिए आभार प्रकट करते हैं। इस लेख में व्यक्त किए गए विचार लेखकों के हैं और भारतीय रिज़र्व बैंक के विचारों का प्रतिनिधित्व नहीं करते हैं।

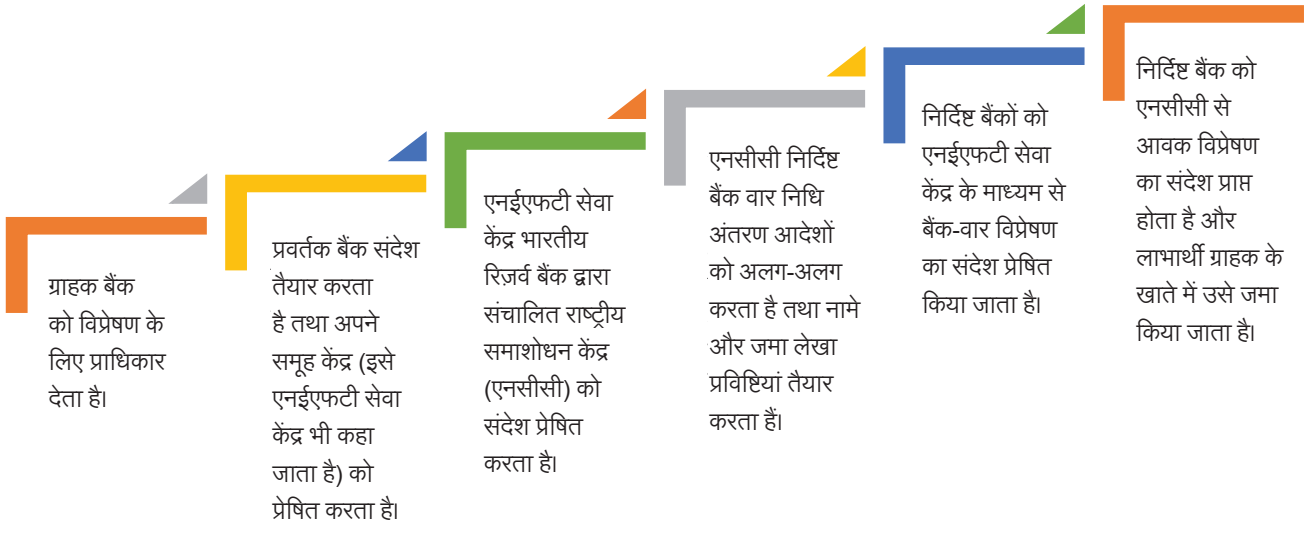
निधि अंतरण (ईएफटी) से पड़ी थी, जिसकी बदौलत प्रत्येक को अलग-अलग निधि अंतरण किया जा सका। यह देश के 15 प्रमुख केंद्रों पर परिचालित था। 2005 में, इसे एक समृद्ध और अधिक कुशल प्रणाली अर्थात् एनईएफटी द्वारा प्रतिस्थापित किया गया था। सभी अनुसूचित वाणिज्यिक बैंकों- सार्वजनिक क्षेत्र, निजी क्षेत्र और विदेशी बैंकों, सहकारी बैंकों, क्षेत्रीय ग्रामीण बैंकों (आरआरबी), भुगतान बैंकों और लघु वित्त बैंक सहित 210 से अधिक संस्था एनईएफटी प्रणाली में सम्मिलित हैं, लेन-देन की मात्रा के संदर्भ में रिजर्व बैंक द्वारा संचालित यह सबसे बड़ी प्रणाली है। यह एक देशव्यापी भुगतान प्रणाली है जो लेनदेन राशि पर किसी भी सीमा के बिना प्रत्येक को अलग-अलग धन अंतरण की सुविधा प्रदान करती है, हालांकि इसका उपयोग आमतौर पर ₹2 लाख तक के खुदरा भुगतान के लिए किया जाता है। इस प्रणाली में, सभी बैंक कार्य दिवसों पर सुबह 8 बजे से शाम 7 बजे तक आधे-आधे घंटे के बैच में निधि अंतरण होता है। एनईएफटी ऑपरेशनल फ्लो को चार्ट 1 में दर्शाया गया है। लाभार्थी लेन-देन का निपटान किए गए बैच से दो करोबारी घंटों के भीतर राशि प्राप्त करने का हकदार है। यदि एनईएफटी लेनदेन को निर्धारित समय सीमा के भीतर जमा या वापस नहीं किया जाता है, तो विलंब की अवधि के लिए/वापसी की तारीख तक जैसा कि मामला हो प्रभावित ग्राहकों को बैंक वर्तमान रिजर्व बैंक चलनिधि समायोजन सुविधा (एलएएफ) रेपो परिकलित दर पर तथा इसके अतिरिक्त 2 प्रतिशत दंडात्मक ब्याज का भुगतान करने के लिए उत्तरदायी हैं। हाल ही में रिजर्व बैंक ने लेन देन लागत कम करने और डिजिटल क्रांति को बढ़ावा देने के लिए एनईएफटी प्रोसेसिंग प्रभार माफ कर दिए हैं।

III. साहित्य

भौतिकी में अपनी उत्पत्ति के कारण नेटवर्क सिद्धांत का अर्थशास्त्र और वित्त के क्षेत्रों की एक विस्तृत श्रृंखला: सामाजिक नेटवर्क (ग्रैंडजीन, 2016; डंबर एट अल., 2015), अंतरराष्ट्रीय व्यापार (एमए और मोनड्डोन, 2015; काली और रेयेस, 2007), विदेशी निवेश प्रवाह और क्रॉस कंट्री ऋण होल्डिंग्स (इलियट एट अल., 2014) और इंटरबैंक एक्सपोजर (अपर एण्ड वर्मस, 2004; लैंगफील्ड एट अल., 2014; कोंट एट अल., 2010; लोरी एट अल., 2005) में अनुप्रयोग देखा गया है।

वित्तीय लेनदेन के डिजिटल चैनलों में धड़ाकेदार वृद्धि और जटिलता में सहवर्ती वृद्धि के साथ, भुगतान प्रणाली ने विद्वानों और व्यावसायिकों का ध्यान आकर्षित किया है। भुगतान प्रणालियों की ओर बढ़ते ध्यान को अपेक्षाकृत रूप से सुलभता से डेटा का एक्सेस करने से भी बल मिलता है क्योंकि केंद्रीय बैंकों के पास भुगतान प्रणालियों के डेटा सहज रुप से उपलब्ध हैं। अमेरिका में फेडरल रिजर्व द्वारा संचालित फेडवायर फंड सेवा के माध्यम से अंतरबैंक भुगतान प्रवाह के नेटवर्क टोपोलॉजी का

चार्ट 1: एनईएफटी प्रक्रिया



अध्ययन इस साहित्य के लिए एक मौलिक जोड है। अध्ययनों से पता चला है कि फेडवायर भुगतान नेटवर्क का सही परिणाम एक बिजली कानून वितरण[1] (सोरमाकी एट अल, 2006; प्रॉपर एट अल., 2008; एम्ब्री और रॉबर्ट्स, 2009) का अनुसरण करता है। इसी तरह का अध्ययन ब्रिटेन में बेचर एट अल(2008) द्वारा संचालित क्लियरिंग हाउस ऑटोमेटेड पेमेंट सिस्टम (चैप्स) के लिए किया गया था। उन्होंने दिन के विशेष समय में विभिन्न प्रतिभागियों की निपटान असफलताओं के कारण कमजोरियों का आकलन करने के लिए एक दिन के दौरान नेटवर्क विशिष्टता के फेरबदल को देखा। बैंक ऑफ जापान फाइनेंशियल नेटवर्क सिस्टम (बौओजे-नेट) से निपटान डेटा की जांच की गई ताकि इमाकुबो और सोजिमा (2010) द्वारा इंटरबैंक मुद्रा बाजार में लेनदेन की संरचना का अध्ययन किया जा सके। मेक्सिको में इंटरबैंक एक्सपोजर और भुगतान प्रणाली नेटवर्क का अध्ययन किया गया था और प्रणालीगत जोखिम परिप्रेक्ष्य से परस्पर जुड़ाव का एक उपाय जारामिलो एट अल(2014) द्वारा प्रस्तावित किया गया था। इस प्रकार, इन अध्ययनों में एक आम धागा प्रत्यक्ष नेटवर्क लेआउट में पैटर्न की खोज और समूहों की पहचान करने के बारे में है जिसका पारंपरिक अर्थशास्त्र का उपयोग करते हुए पता लगाना मुश्किल है।

भुगतान प्रणाली अन्य जटिल नेटवर्क के समान होती है क्योंकि वे उच्च क्लस्टरिंग गुणांक, स्केल-फ्री डिग्री वितरण और स्मॉल वर्ल्ड फेनोमेनन[2] (सोरमाकी एट अल, 2006) जैसी समान विशेषताओं को साझा करते हैं। नेटवर्क विश्लेषण का दायरा नेटवर्क लेआउट में पैटर्न की खोज से अधिक फैला हुआ है जिसके भविष्य के अध्ययनों में जांच की जा सकती है। नेटवर्क विश्लेषण भी एक नेटवर्क के मुख्य घटकों का पता लगा सकता है जो प्रणालीगत रूप से महत्वपूर्ण संस्थाओं की पहचान करने में बहुत महत्वपूर्ण है। इस संदर्भ में, इंटरबैंक नेटवर्क कोर-परिधि संरचना (बोर्गटी एट अल, 1999)[3] का प्रतिरूप है। वित्तीय नेटवर्क में संक्रमण का अध्ययन करने के लिए यादृच्छिक रेखांकन के साथ नेटवर्क सिमुलेशन नियोजित किया है। नेटवर्क में परिवर्तन के साथ विशेष स्वरूप और प्रणालीगत आघात के कारण संक्रमण के संभावित प्रभाव का पता गाई और कपाड़िया (2010) द्वारा लगाया गया था। संक्रमण पर कनेक्टिविटी की डिग्री के प्रभाव की जांच की गई और यह पाया गया कि कनेक्टिविटी में थोड़ी सी वृद्धि शुरू में संक्रमण प्रभाव को बढ़ाती है; लेकिन एक निश्चित सीमा मूल्य के बाद, कनेक्टिविटी आघात (नियर एट अल., 2007) को अवशोषित करने के लिए बैंकिंग प्रणाली की क्षमता में सुधार करती है। आघात की गंभीरता के संबंध में संक्रमण प्रभाव की जांच की गई और निष्कर्ष निकाला गया कि घने नेटवर्क छोटे नकारात्मक आघातों के लिए शॉक डिफ्यूज़र के रूप में कार्य करते हैं, लेकिन पर्याप्त रूप से बड़े आघातों (एसीमोग्लू एट अल, 2015) के लिए शॉक एम्पलीफायरों में बदल जाते हैं।

IV. कार्यप्रणाली और डेटा

भुगतान प्रणाली को समझने के लिए नेटवर्क दृष्टिकोण पारंपरिक आर्थिक मॉडलिंग से अलग है। नेटवर्क विश्लेषण की उपयोगिता पर एक सार्थक चर्चा के लिए, हम नेटवर्क विश्लेषण का गैर तकनीकी विवरण प्रदान करते हैं। नेटवर्क विश्लेषण का सबसे महत्वपूर्ण घटक नेटवर्क की कल्पना करना है। भुगतान नेटवर्क में नोड्स का एक सेट होता है, जहां प्रत्येक नोड एक प्रतिभागी इकाई यानी लघु वित्त बैंक, आरआरबी और लघु वित्त बैंक (एसएफबी) आदि को छोड़कर अनुसूचित वाणिज्यिक बैंक (एससीबी) का प्रतिनिधित्व करता है। नेटवर्क एड्ज लेनदेन की मात्रा या लेनदेन मूल्य के आधार पर दो पक्षकारों के बीच द्विपक्षीय संबंध का प्रतिनिधित्व करता हैं। नेटवर्क एड्ज का निर्देशन किया जाता है और एक संस्था से दूसरे संस्था में धन प्रवाह की दिशा को प्रतिबिंबित किया जाता है। इसका घनत्व भुगतान की मात्रा और मूल्य (बैरात एट अल, 2004) के संदर्भ में संबद्ध लिंकेज भार के आनुपातिक है। हमने कामदा-कवाई एल्गोरिदम का उपयोग किया है जो एक तरह से 3डी अंतरिक्ष में नेटवर्क के नोड्स को

[1] नेटवर्क ग्राफ तब स्केल फ्री कहे जाते हैं जब उनका मात्रात्मक वितरण (डिग्री डिस्ट्रीब्यूशन) एक पावर लॉ पर चलता है; एक संभावना वितरण जो वितरण में दो मूल्यों के अनुपात के लिए मान परिवर्तनहीनता (स्केल इनवैरिएंस) दर्शाता है। यह कई मानव निर्मित और प्राकृतिक प्रणालियों में देखा गया है जैसे फोन कॉल नेटवर्क, वर्ल्ड वाइड वेब, एक्टर कॉलेबोरेशन नेटवर्क आदि में। 2 के पावर लॉ घातांक (एक्सपोनेंट) वाले नेटवर्क का अर्थ हुआ कि डिग्री 6 का एक नोड डिग्री 3 के नोड की तुलना में चार गुना कम आवृत्ति वाला है। डिग्री 10 का एक नोड डिग्री 5 के नोड की तुलना में चार गुना कम आवृत्ति वाला है (चैपमैन, 2011)।

[2] क्लस्टरिंग गुणांक यह मापता है कि किस हद तक किसी ग्राफ़ में नोड क्लस्टर बनाने की प्रवृत्ति रखते हैं। छोटी दुनिया की घटना (स्मॉल वर्ल्ड फेनामिनॉन) का सिद्धांत कहता है कि एक नेटवर्क के सभी नोड्स छोटे लिंक्स, यानी, छोटे पाथ लेंथ्स द्वारा किसी भी नोड से पाए (एक्सेस किए) जा सकते हैं।

[3] मूलभूत (कोर)-परिधि (पेरिफेरी) संरचना दो समूहों से बनती है: मूलभूत (कोर) और परिधि (पेरिफेरी)। कोर और पेरिफेरल नोडों में अंतर इस प्रकार किया जाता है: कोर पूरे नेटवर्क का एक सबग्राफ है जिसमें नोड्स सघनता से एक दूसरे से जुड़े हैं। पेरिफेरल नोड्स कोर नोड्स से तो जुड़े होते हैं परंतु दूसरे पेरिफेरल नोड्स से नहीं।

प्लॉट करता है ताकि सिस्टम (कामदा और कवाई, 1989) की स्प्रिंग एनर्जी[4] को कम किया जा सके। एक स्पष्ट चित्र प्राप्त करने के लिए, भुगतान प्रवाह के व्यापक पैटर्न का आकलन करने के लिए हम समूह वार नेटवर्क भी तैयार करते हैं।

महत्वपूर्ण नोड्स की पहचान नेटवर्क विश्लेषण का और एक घटक है। नेटवर्क मॉडल इस उद्देश्य के लिए विभिन्न सेंट्रालिटी उपायों का उपयोग करते हैं। संक्षेप में, यह एक ऐसा कार्य है जो दूसरों पर इसके प्रभाव के अनुसार नेटवर्क के प्रत्येक वर्टेक्स को संख्यात्मक मूल्य प्रदान करता है। उदाहरण के तौर पर, स्थानीय सेंट्रालिटी उपाय केवल नोड्स और उसके आसन्न वर्टिस और एड्ज को ध्यान में रखते हैं। ये उपाय एक समय में केवल एक नोड पर विचार करते हैं; जिससे शेष नेटवर्क में निहित महत्वपूर्ण जानकारी लुप्त हो जाती है। डिग्री सेंट्रालिटी (डीसी) प्रत्येक वर्टेक्स 5 के निकट नोड्स की संख्या गिनता है। नोड अधिक महत्वपूर्ण है अगर यह एक उच्च डिग्री है। इन-डिग्री सेंट्रालिटी और आउट-डिग्री सेंट्रालिटी क्रमशः इनकमींग और आउट गोईंग एड्ज को ध्यान में रखता है। स्ट्रेंन्थ सेंट्रालिटी प्रत्येक वर्टेक्स के सभी नजदीकी एड्ज के एड्ज भार को समेटता है। हम इनवर्ड और आउटवर्ड लेनदेन को अलग-अलग करते हैं क्योंकि भुगतान नेटवर्क संचालित ग्राफ है। विशेष रूप से, हमारी डिग्री और स्ट्रेंन्थ सेंट्रालिटी उपाय आउटवर्ड मूल्य लेनदेन पर आधारित हैं क्योंकि वे भुगतान दायित्वों के निपटान का प्रतिनिधित्व करते हैं, जो भुगतान प्रणालियों के लिए महत्वपूर्ण है।

एक नोड उच्च डिग्री हो सकता है लेकिन इसके कनेक्शन नेटवर्क के नजरिए से महत्वपूर्ण नहीं हो सकते हैं। ऐसी स्थितियों में, डिग्री उपायों से नोड के महत्व के बारे में गलत व्याख्याएं हो सकती हैं। वैश्विक सेंट्रालिटी उपाय पूरे नेटवर्क में प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष कनेक्शन पर विचार करते हैं और इसलिए, नेटवर्क के पूरे पैटर्न पर जानकारी देते हैं। इस ढांचे के भीतर, एजेन वेक्टर सेंट्रालिटी (ईसी) एक नोड कितनी अच्छी तरह से जुड़ा हुआ है और उनके कनेक्शन के कितने लिंक हैं, इस पर नेटवर्क के माध्यम से विचार करता है। दूसरी ओर, पेजरैंक सेंट्रालिटी (पीआर) गूगल द्वारा वेबपेज (ब्रिन और पेज, 1998) को रैंक करने के लिए डिज़ाइन किया गया ईसी का एक अधिक परिष्कृत संस्करण है। प्रत्येक वेबपेज को आने वाले लिंक (इसकी 'इन-डिग्री') की संख्या के आधार पर एक स्कोर दिया जाता है।' ये लिंक भी अपने उद्भव नोड के सापेक्ष स्कोर के आधार पर भारित हैं। इस प्रकार, पीआर खाते में लिंक दिशा और भार लेता है जो ईसी नहीं करता है (डिज्नी, 2015)। बिटवीननेस सेंट्रालिटी भुगतान नेटवर्क के लिए विशेष रूप से महत्वपूर्ण है क्योंकि यह नेटवर्क पर कार्यनीति बिंदुओं पर स्थित होने से संबंधित है जो दो अन्य नोड्स को जोड़ने वाले सबसे छोटे मार्ग में स्थित है। अनुलग्नक में हमारे विश्लेषण के मूल सेंट्रालिटी उपायों का संक्षिप्त गणितीय विवरण प्रदान किया गया है।

कई अन्य सेंट्रालिटी उपाय हैं जिनका उपयोग नेटवर्क के सबसे प्रभावशाली नोड्स को निर्धारित करने के लिए किया जा सकता है, लेकिन इस बात पर कोई आम सहमति नहीं है कि कौन सा सबसे अच्छा है। हम इन सेंट्रालिटी उपायों का उपयोग करते हैं जो वित्तीय संक्रमण के नजरिए से महत्वपूर्ण हैं और गणना के लिए कम गहन हैं। इसके बाद, हम सेंट्रालिटी का एक सूचकांक बनाकर नोड्स को रैंक करने के लिए जारामिलो एट अल, (2014) द्वारा प्रस्तावित पद्धति का पालन करते हैं। हम सेंट्रालिटी उपायों के जेड-स्कोर के रैखिक संयोजन के साथ एक सूचकांक बनाने के लिए प्रमुख घटक विश्लेषण (पीसीए) दृष्टिकोण का उपयोग करते हैं क्योंकि सभी उपायों का सहसंबद्ध होना अपेक्षित है। पीसीए डेटा की आयामीता और अतिरेक को कम करने में सहायता करता है। यह एक्सेस को फिर से नई दिशा देता है और उन निर्देशों के साथ डेटा प्रस्तुत करके डेटासेट को बदल देता है जिसमें डेटासेट अधिकतम परिवर्तन दिखाता है। यह इन उपायों में से प्रत्येक के लिए इष्टतम भार प्रदान करता है जिसका उपयोग अंतिम सेंट्रालिटी स्कोर पर पहुंचने के लिए किया जाता है जिसमें इन पांच स्कोर में निहित सभी जानकारी शामिल है।

साक्ष्य से पता चलता है कि दैनिक नेटवर्क मासिक नेटवर्क की तुलना में बहुत मुखर और विरल हो सकता है और वे एक विशुद्ध रूप से यादृच्छिक तरीके से दिन-प्रतिदिन अपनी संरचना को बदलने के लिए दिखाई देते हैं (कैसिओली एट अल, 2018)। इसलिए, हमने मार्च 2019 की अवधि में एक महीने का कुल इंटरबैंक डेटा लिया है। इस महीने का चयन इसलिए किया गया है कि देश में वित्तीय वर्ष समाप्त होने के कारण इस महीने में बहुत

[4] नेटवर्क नोड्स को ऐसी भौतिक वस्तुओं के रूप में देखा गया है जो एक दूसरे को विकर्षित करती हैं, जैसे इलेक्ट्रॉन। नोडों के बीच के कनेक्शन नोडों की जोड़ी से जुड़े धातु के स्प्रिंग की तरह हैं। ये स्प्रिंग एक बल प्रकार्य (फोर्स फ़ंक्शन) के अनुसार अपने अंतिम बिंदुओं (एंड प्वाइंट्स) को आकर्षित करते हैं। लेआउट अलगोरिद्म नोडों की स्थिति को इस प्रकार सेट करता है जिससे नेटवर्क में स्प्रिंग एनर्जी कम से कम लगे (साइटोस्केप यूज़र मैन्यूअल)।

[5] नेटवर्क की शब्दावली में नोड और वर्टेक्स एक ही हैं।

सारी वित्तीय गतिविधियां होती है। हमने तुलनात्मक संभावना के लिए अप्रैल 2019 का डेटा भी एकत्र किया। डेटा में 210 संस्थाओं के इंटरबैंक भुगतान लेनदेन की मात्रा और मूल्य शामिल है जिन्हें आठ समूहों में वर्गीकृत किया गया है; सहकारी बैंक (सीओओपी), वित्तीय संस्थान (फिन), विदेशी बैंक (एफआरएन), भुगतान बैंक (पीएमटी), सार्वजनिक क्षेत्र के बैंक (पीयूबी), निजी क्षेत्र के बैंक (पीवीटी), क्षेत्रीय ग्रामीण बैंक (आरआरबी) और लघु वित्त बैंक (एसएफबी)। फिन ग्रुप में डिपॉजिट इंश्योरेंस एंड क्रेडिट गारंटी कॉरपोरेशन (डीआईसीजीसी), नैशनल बैंक फॉर एग्रीकल्चर एंड रूरल डेवलपमेंट (नाबार्ड), स्मॉल इंडस्ट्रीज डेवलपमेंट बैंक ऑफ इंडिया (सिडबी), एक्सपोर्ट-इम्पोर्ट बैंक ऑफ इंडिया (एक्जिम बैंक) और रिजर्व बैंक, लोक लेखा विभाग (पीएडी) का समावेश है।

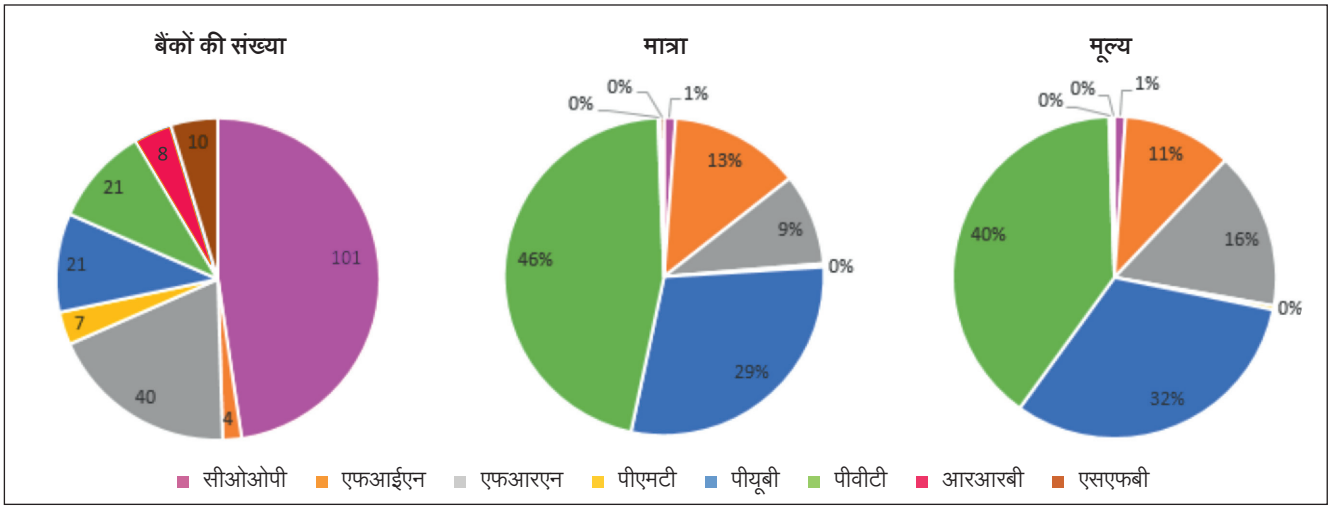
V. अनुभवजन्य परिणाम

हम तीन भागों में अनुभवजन्य विश्लेषण प्रस्तुत करते हैं। पहला भाग शैलीबद्ध तथ्य प्रस्तुत करता है। दूसरा भाग नेटवर्क टोपोलॉजी और विशेषताओं का वर्णन करता है और संस्थानों के बीच अंतर-संपर्कों के प्रत्यक्ष पैटर्न या लेआउट के साथ नेटवर्क विज़ुअलाइज़ेशन प्रस्तुत करता है। अंत में, हम उनके प्रणालीगत महत्व के आधार पर संस्थानों की रैंकिंग प्रस्तुत करते हैं।

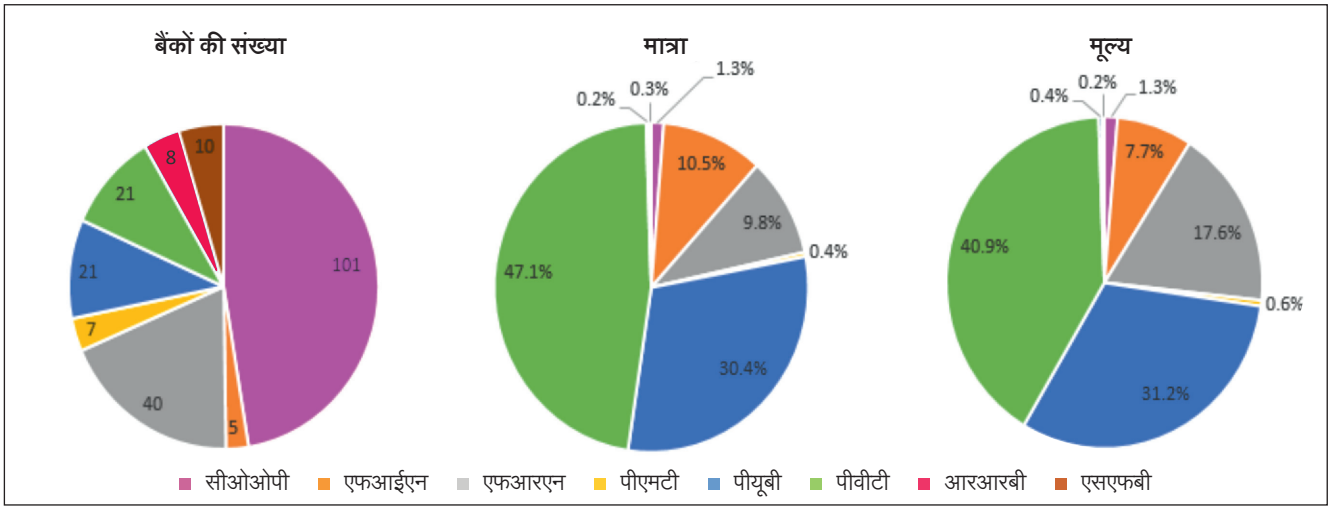
एनईएफटी प्रणाली: शैलीगत तथ्य

एनईएफटी प्रतिभागियों का एक स्नैपशॉट और उनकी ट्रांजैक्शनल एक्टिविटी चार्ट 2 और सारणी 1 में दी गई है। जबकि सहकारी बैंक सार्वजनिक क्षेत्र, निजी क्षेत्र और विदेशी बैंकों से अधिक संख्या में हैं, मात्रा और मूल्य के मामले में भुगतान

चार्ट 2ए: मार्च 2019 में भुगतान आवागमन के संघटक



चार्ट 2बी: अप्रैल 2019 में भुगतान आवागमन के संघटक



सारणी 1ए: मात्रा के अनुसार मुद्रा प्रवाह के आंकड़े – मार्च 2019 (प्रतिशत में)

		लाभार्थी								
	मात्रा	सीओओपी	एफआईएन	एफआरएन	पीएमटी	पीयूबी	पीवीटी	आरआरबी	एसएफबी	कुल
आदाता	सीओओपी	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.4	0.0	0.0	1.2
	एफआईएन	0.1	0.0	0.0	0.0	12.2	0.6	0.2	0.0	13.2
	एफआरएन	0.2	0.0	0.4	0.1	4.1	4.4	0.0	0.0	9.3
	पीएमटी	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.4
	पीयूबी	0.6	0.4	0.6	0.0	19.1	8.2	0.2	0.0	29.3
	पीवीटी	1.2	0.1	1.5	0.1	30.3	12.4	0.3	0.1	46.1
	आरआरबी	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2
	एसएफबी	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.4
	कुल	**2.3**	**0.6**	**2.6**	**0.2**	**67.0**	**26.2**	**0.8**	**0.2**	**100.0**

सारणी 1 बी: मात्रा के अनुसार मुद्रा प्रवाह के आंकड़े – अप्रैल 2019 (प्रतिशत में)

		लाभार्थी								
	मात्रा	सीओओपी	एफआईएन	एफआरएन	पीएमटी	पीयूबी	पीवीटी	आरआरबी	एसएफबी	कुल
आदाता	सीओओपी	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.4	0.0	0.0	1.3
	एफआईएन	0.2	0.0	0.0	0.0	9.7	0.4	0.1	0.0	10.5
	एफआरएन	0.2	0.0	0.4	0.1	4.2	4.8	0.0	0.0	9.8
	पीएमटी	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.4
	पीयूबी	0.6	0.4	0.7	0.1	19.6	8.8	0.2	0.1	30.4
	पीवीटी	1.2	0.2	1.7	0.1	30.4	13.0	0.4	0.1	47.1
	आरआरबी	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2
	एसएफबी	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.3
	कुल	**2.4**	**0.7**	**2.9**	**0.3**	**65.2**	**27.6**	**0.8**	**0.2**	**100.0**

सारणी 2 ए: मूल्य के अनुसार मुद्रा प्रवाह के आंकड़े – मार्च 2019 (प्रतिशत में)

		लाभार्थी								
	मात्रा	सीओओपी	एफआईएन	एफआरएन	पीएमटी	पीयूबी	पीवीटी	आरआरबी	एसएफबी	कुल
आदाता	सीओओपी	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.4	0.0	0.0	1.1
	एफआईएन	0.0	0.4	0.4	0.0	7.2	2.8	0.0	0.0	10.9
	एफआरएन	0.1	0.1	4.9	0.3	3.3	7.1	0.0	0.0	15.8
	पीएमटी	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4
	पीयूबी	0.5	0.9	2.1	0.0	15.4	12.6	0.1	0.1	31.7
	पीवीटी	0.7	0.4	5.1	0.1	16.7	16.2	0.1	0.2	39.5
	आरआरबी	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.3
	एसएफबी	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3
	कुल	**1.5**	**1.9**	**12.9**	**0.4**	**43.5**	**39.4**	**0.3**	**0.3**	**100.0**

सारणी 2 बी: मूल्य के अनुसार मुद्रा प्रवाह के आंकड़े – अप्रैल 2019 (प्रतिशत में)

		लाभार्थी								
	मात्रा	सीओओपी	एफआईएन	एफआरएन	पीएमटी	पीयूबी	पीवीटी	आरआरबी	एसएफबी	कुल
आदाता	सीओओपी	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.6	0.0	0.0	1.3
	एफआईएन	0.1	0.0	0.2	0.0	6.8	0.7	0.0	0.0	7.7
	एफआरएन	0.1	0.2	5.5	0.3	3.5	8.0	0.0	0.0	17.6
	पीएमटी	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.6
	पीयूबी	0.5	0.4	2.3	0.0	14.6	13.4	0.1	0.1	31.2
	पीवीटी	0.7	0.4	6.3	0.2	16.4	16.6	0.1	0.1	40.9
	आरआरबी	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.4
	एसएफबी	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2
	कुल	**1.5**	**1.0**	**14.8**	**0.5**	**42.2**	**39.6**	**0.2**	**0.2**	**100.0**

आवागमन में उनका योगदान बहुत महत्वपूर्ण नहीं है। सार्वजनिक क्षेत्र के बैंक तथा निजी क्षेत्र के बैंक मात्रा और मूल्य दोनों लिहाज से एनईएफटी नेटवर्क में सबसे बड़े प्रतिभागी हैं।

अधिकांश लेनदेन हिस्सा (कुल भुगतान मात्रा और मूल्य का 80 प्रतिशत से अधिक) सार्वजनिक क्षेत्र, निजी क्षेत्र और विदेशी बैंकों (टेबल 1 और 2) के बीच होता है। मासिक मूल्य के समुचित अंशों के आधार पर, सार्वजनिक क्षेत्र के बैंक नेटवर्क में शुद्ध रिसीवर हैं, जिनमें दोनों महीनों में 40 प्रतिशत से अधिक इनफ्लो है, जो लगभग 31 प्रतिशत आउटफ्लो से अधिक है। मुख्य घटक के रूप में रिजर्व बैंक के साथ फिन समूह नेटवर्क में नेट ट्रांसमीटर के रूप में कार्य करता है। मार्च और अप्रैल 2019 में इसका आउटवर्डफ्लो क्रमशः 10.9 प्रतिशत और 7.7 प्रतिशत था, जो कि इनफ्लो के विपरीत था और मार्च और अप्रैल में 1 से 2 प्रतिशत के बीच रहा। इस बात पर जोर दिया जाना चाहिए कि ये निष्कर्ष मासिक कुल राशियों पर आधारित हैं और नेट रिसीवर और ट्रांसमीटर पैटर्न हर बैच सेटलमेंट में भिन्न हो सकता है।

नेटवर्क टोपोलॉजी

एनईएफटी नेटवर्क एक बड़ा नेटवर्क है जिसमें मार्च और अप्रैल 2019 में लगभग 210 नोड्स और 23 हजार एड्जेस शामिल हैं। बैंकों की सभी श्रेणियों में औसत इन और आउट डिग्री 109 है। इससे संकेत मिलता है कि औसतन हर बैंक नेटवर्क में आधे से ज्यादा बैंकों से जुड़ा होता है। भुगतान नेटवर्क

में उच्च नेटवर्क घनत्व है, यानी एड्जेस की वास्तविक संख्या का अनुपात 50 प्रतिशत से अधिक एड्जेस (कनेक्टिविटी) की अधिकतम संभव संख्या तक है। पारस्परिकता, एक नेटवर्क में लिंक की कुल संख्या के लिए द्विदिशात्मक लिंक के अनुपात के रूप में परिभाषित है जो 87.6 प्रतिशत है, जिससे संकेत मिलता है कि लगभग एक बैंक से हर आउटवर्ड लिंक के लिए, एक इनवर्ड लिंक है। एक उच्च पारस्परिकता एनईएफटी की समाशोधन संरचना को देखते हुए एक सहज घटना है जो प्रतिभागियों को सीधे एक और एनईएफटी सक्षम बैंक से लिंक करने की अनुमति देती है। एक आदर्श परिदृश्य में जहां प्रत्येक बैंक के नेटवर्क में हर दूसरे बैंक के साथ लेन-देन होता है, पारस्परिकता 100 प्रतिशत के बराबर होगी। हालांकि, लेनदेन के आंकड़ों से पता चलता है कि कुछ बैंकों ने नेटवर्क में कुछ बैंकों के साथ लेनदेन नहीं किया जिससे पारस्परिकता एकता कम हो गई। मूल नेटवर्क स्वरूप को सारणी 3 में संक्षेप में शामिल किया गया है।

सारणी 3: एनईएफटी नेटवर्क का स्वरूप

	मार्च 2019	अप्रैल 2019
नोड	212	213
एजेस	23,1	23,0
टोटल वोल्यूम (मिलियन)	242.4	203.4
मिन वॅल्यू पर नोड	1.1	1.0
टोटल वॅल्यू (₹बिलियन)	25.5	20.5
मिन वॅल्यू पर नोड (₹बिलियन)	120.1	96.5
डिग्री (मेक्स, एवरेज,मिन)	(417,217.8,2)	(417,216.2,2)
आउट	(208,108.9,0)	(208,108.1,0)
इन	(210,108.9,0)	(209,108.1,1)
रेसिप्रोसिटी (परसेंट)	87.6	87.5
नेटवर्क डेंसिटी	51.6	51.0

नेटवर्क विशेषताएं

नेटवर्क विज़ुअलाइज़ेशन भुगतान नेटवर्क के व्यापक पैटर्न का आकलन करने में सहायता करता है। नेटवर्क के डिग्री वितरण से पता चलता है कि सार्वजनिक क्षेत्र और निजी क्षेत्र के बैंक वितरण के चरम सीमा पर हैं, जिसका अर्थ अन्य प्रतिभागियों (चार्ट 3) के साथ उच्च जुड़ाव है।

चार्ट 4, मार्च 2019 में नेटवर्क अप्रैल 2019 की तुलना में घना प्रतीत होता है जो सारणी 3 में दर्शाए गए अनुसार उच्च नेटवर्क घनत्व से सुसंगत है। सार्वजनिक और निजी क्षेत्र के बैंक नेटवर्क के केंद्र में हैं। सार्वजनिक क्षेत्र से सार्वजनिक क्षेत्र निजी क्षेत्र से निजी क्षेत्र; और निजी क्षेत्र से सार्वजनिक क्षेत्र के बीच उच्च अंतरण मूल्य और इसके विपरीत जैसा कि सारणी 2 में दर्शाया गया है चार्ट 4 में आरेखीय रूप से प्रस्तुत किया गया है। सार्वजनिक क्षेत्र और निजी क्षेत्र के बैंकों के भीतर मजबूत अंतर-संपर्क और सार्वजनिक क्षेत्र और निजी क्षेत्र के बैंकों के बीच अंतर-संबंध स्पष्ट हैं। निजी क्षेत्र से सार्वजनिक क्षेत्र के बैंकों में प्रवाह अपने समकक्ष की तुलना में काफी मजबूत है। भुगतान नेटवर्क में सार्वजनिक क्षेत्र और निजी क्षेत्र के बैंक मिलाकर दोनों महीनों में मूल्य के अनुसार कुल लेनदेन का 60 प्रतिशत से अधिक है जो उनकी अधिक भागीदारी को दर्शाता हैं। इसके विपरित सहकारी, क्षेत्रीय ग्रामीण, भुगतान और लघु वित्त बैंक के भुगतान नेटवर्क में कम कनेक्टिविटी है। चार्ट 4 बी में एड्जेस का घनत्व बैंक समूहों और अंतर-समूह लेनदेन के बीच लेनदेन मूल्य की गंभीरता का संकेत देता है।

एनईएफटी नेटवर्क के शीर्ष 20 बैंक

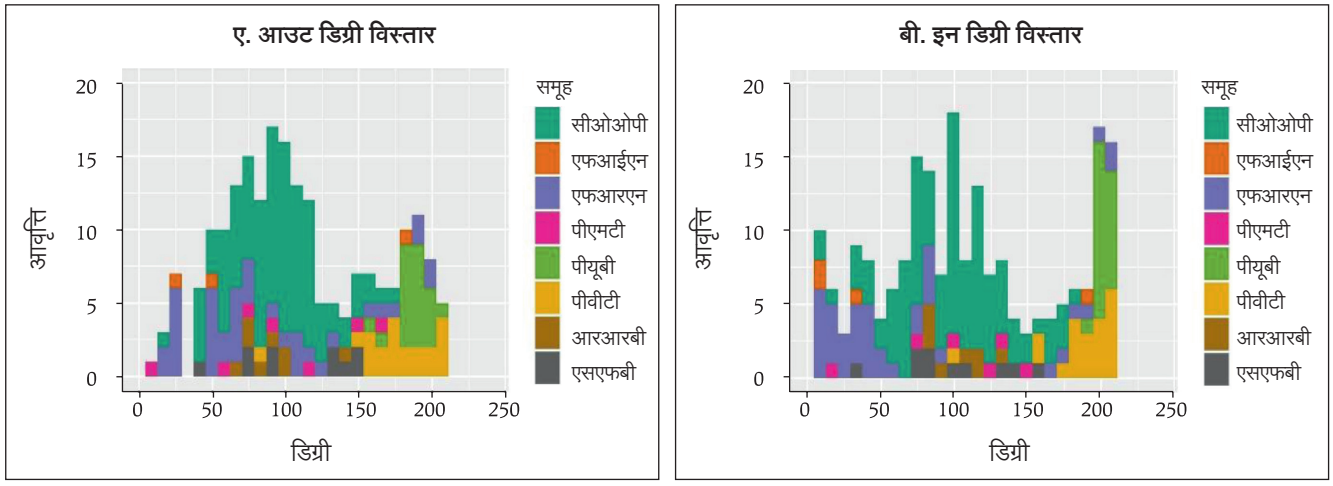
चूंकि सेंट्रालिटी उपाय विभिन्न तरीकों से एक ही सार को कैप्चर करने की कोशिश करते हैं, बिना किसी सामान्यता के, हम उम्मीद करते हैं कि उपाय कुछ हद तक (सारणी 4) से

सारणी 4: सेंट्रालिटी उपायों के बीच सहसंबंध

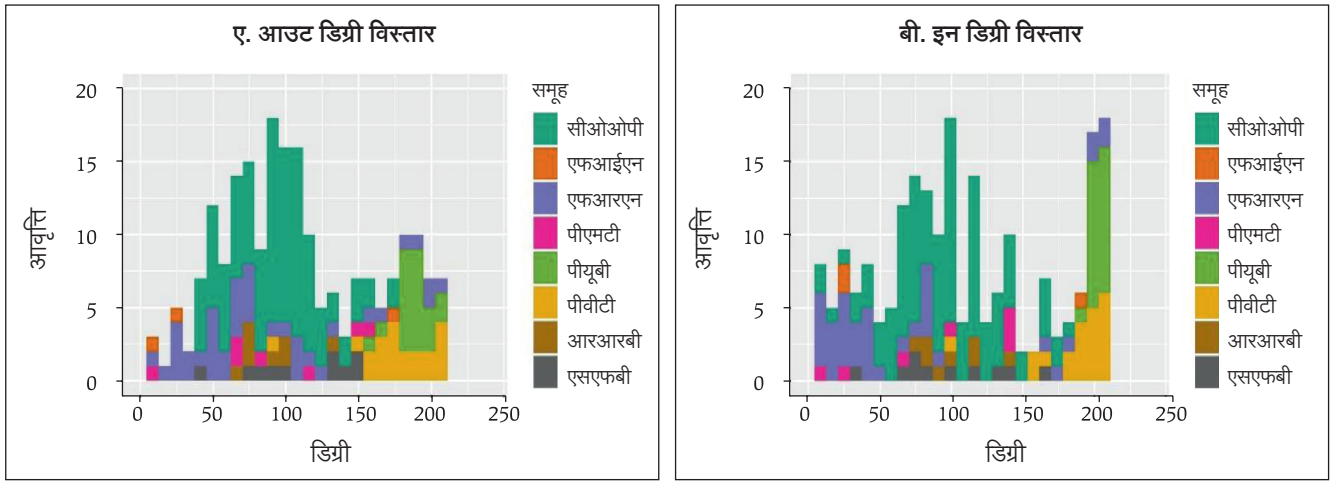
	मार्च 2019					अप्रैल 2019				
	जेडडीजी	जेडएससी	जेडबीडब्ल्यू	जेडइसी	जेडपीआर	जेडडीजी	जेडएससी	जेडबीडब्ल्यू	जेडइसी	जेडपीआर
जेडडीजी	1	0.43	0	0.97	0.46	1	0.44	0.01	0.97	0.46
जेडएससी	0.43	1	-0.05	0.35	0.92	0.44	1	0.01	0.36	0.95
जेडबीडब्ल्यू	0	-0.05	1	0.02	-0.07	0.01	0.01	1	-0.01	-0.02
जेडइसी	0.97	0.35	0.02	1	0.38	0.97	0.36	-0.01	1	0.37
जेडपीआर	0.46	0.92	-0.07	0.38	1	0.46	0.95	-0.02	0.37	1

* जेडडीजी= नॉर्मलाइझड डीग्री सेंट्रालिटी; जेडएससी= नॉर्मलाइझड स्ट्रेन्थ सेंट्रालिटी; जेडबीडब्ल्यू= नॉर्मलाइझड बिटवीननेस सेंट्रालिटी; जेडइसी= एलिजेन वेक्टर सेंट्रालिटी जेडपीआर= नॉर्मलाइझड पेजरेंक सेंट्रालिटी

चार्ट 3ए: एनईएफटी नेटवर्क में डिग्री विस्तार - मार्च 2019



चार्ट 3बी: एनईएफटी नेटवर्क में डिग्री विस्तार- अप्रैल 2019



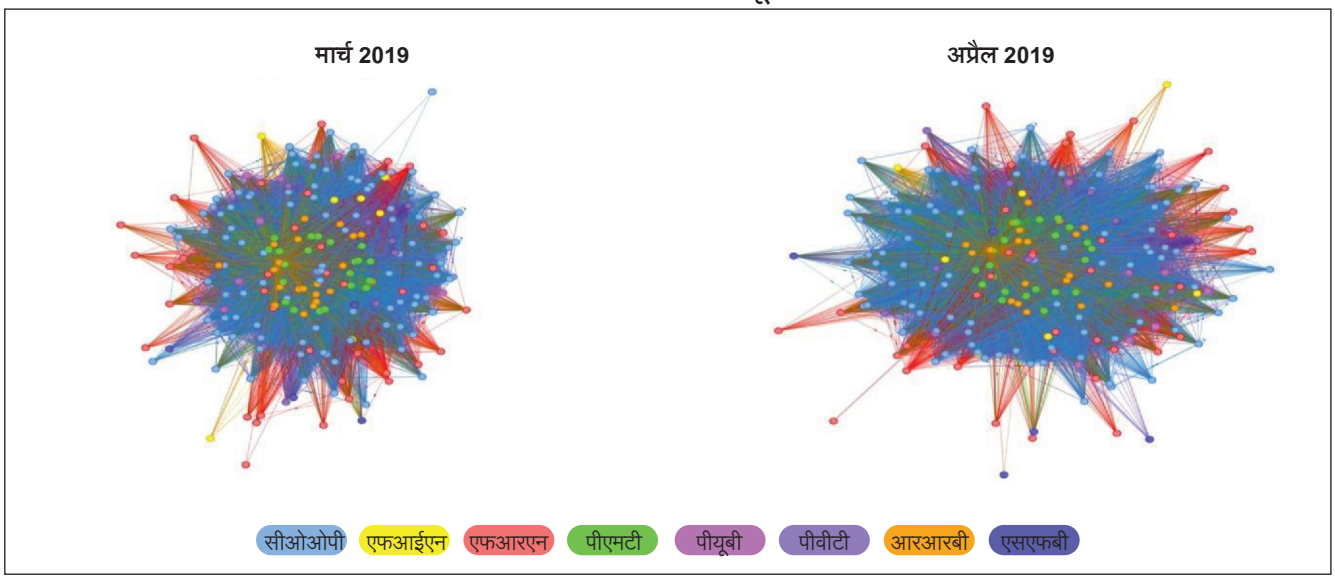
सहसंबद्ध होंगे। इसलिए, हम डेटा की आयामीता और अतिरेक को कम करने के लिए पीसीए दृष्टिकोण की सहायता लेते हैं। यह मुख्य ऑर्थोगोनल घटकों को देता है और इनमें से प्रत्येक उपाय के लिए अपेक्षित महत्व प्रदान करता है। पहला प्रमुख घटक (पीसी) अकेले सेंट्रालिटी उपायों (सारणी 5) में लगभग 55 प्रतिशत भिन्नता दर्शाता है। हम सेंट्रालिटी सूचकांक (सारणी 6) के निर्माण में पहले पीसी के गुणांक का उपयोग करते हैं।

हालांकि एनईएफटी प्रणाली में सभी बैंक सीधे एक-दूसरे से जुड़े होते हैं, लेकिन संयोग से कुछ बैंकों में एक महीने में एक-दूसरे के साथ लेन-देन नहीं होता है। ऐसे मामलों में जहां प्रत्यक्ष लेनदेन लिंकेज नहीं होता हैं, बिटवीननेस गुणांक उन नोड्स को उच्च महत्व देता है जो इन नोड्स को जोड़ने वाले मार्ग पर स्थित हैं। जैसा कि अपेक्षित है, हमें कम बिटवीननेस गुणांक मिलता है क्योंकि अधिकांश प्रतिभागियों का नेटवर्क

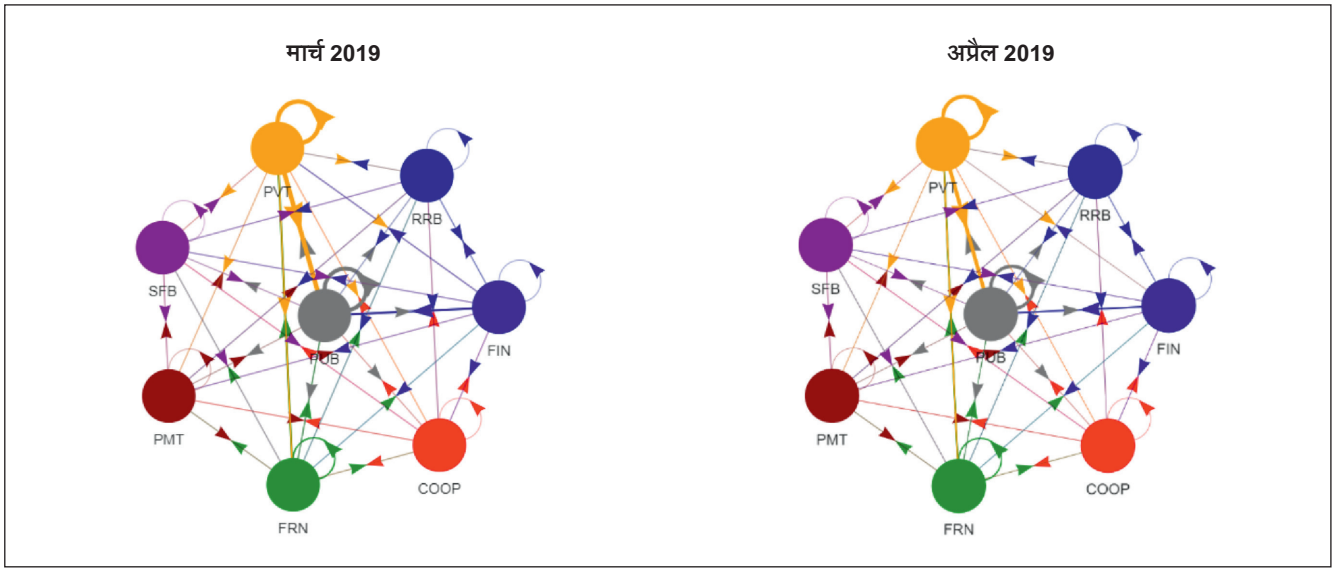
सारणी 5: घटकों का महत्व

	मार्च 2019					अप्रैल 2019				
	पीसी1	पीसी2	पीसी3	पीसी4	पीसी5	पीसी1	पीसी2	पीसी3	पीसी4	पीसी5
प्रपोर्शन ऑफ वेरियंस	0.55	0.23	0.19	0.02	0.00	0.56	0.23	0.20	0.01	0.00
क्यूमिलेटिव प्रपोर्शन	0.55	0.79	0.98	1.00	1.00	0.56	0.79	0.99	1.00	1.00
स्टैण्डर्ड डेविएशन	1.66	1.08	0.98	0.29	0.15	1.67	1.07	1.00	0.22	0.15

चार्ट 4ए: बैंक-वार - एनईएफटी मूल्य का नेटवर्क



चार्ट 4बी: बैंक समूह-वार - एनईएफटी मूल्य का नेटवर्क



में अन्य प्रतिभागियों के साथ सीधा लेनदेन संबंध है। अंतिम सेंट्रालिटी स्कोर के आधार पर हम नोड्स को 0 और 1 के बीच रैंक देते।

सारणी 6: प्रधान घटकों के गुणांक

सेंट्रालिटी उपाय	मार्च 2019	अप्रैल 2019
डिग्री	0.52	0.52
स्ट्रेन्थ	0.49	0.49
बिटवीननेस	-0.03	0.00
एजेन वेक्टर	0.49	0.49
पेजरेंक	0.50	0.50

एकीकृत सेंट्रालिटी उपाय के आधार पर, हमने सार्वजनिक क्षेत्र, निजी क्षेत्र और विदेशी बैंकों के शीर्ष 20 बैंकों को रैंकिंग दिया हैं। मार्च और अप्रैल 2019 में शीर्ष 20 बैंकों में 10 सरकारी बैंक, 6 निजी क्षेत्र के बैंक और 4 विदेशी बैंक (सारणी 7) शामिल थे। हम रिजर्व बैंक को शीर्ष 20 बैंकों से हटा देते हैं क्योंकि एक केंद्रीय बैंक और एक फैसिलिटेटर होने के नाते, निपटान असफलता की उसकी संभावना शून्य है। हम पाते हैं कि नेटवर्क के शीर्ष 20 बैंकों का उप-नेटवर्क मार्च और अप्रैल के महीनों में मात्रा के अनुसार भुगतान आवागमन (फिन समूह को छोड़कर) का लगभग 64 प्रतिशत और मूल्य के अनुसार भुगतान आवागमन (फिन समूह

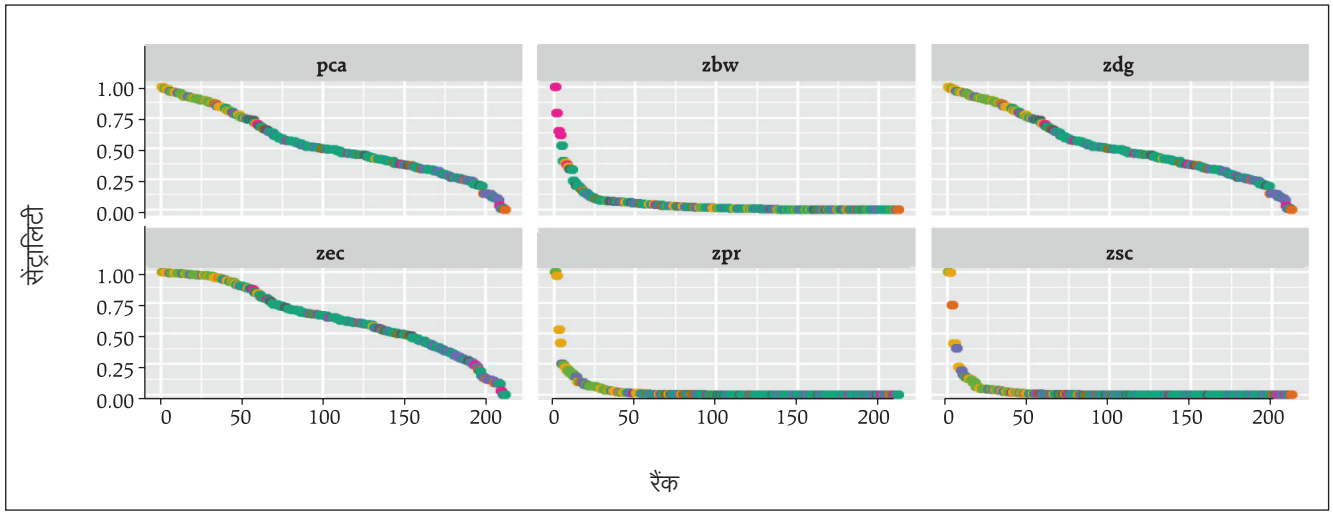
सारणी 7: शीर्ष 20 घटक

	मार्च 2019						अप्रैल 2019					
	जेडडीजी	जेडएससी	जेडबीडब्ल्यू	जेडइसी	जेडपीआर	पीसीए	जेडडीजी	जेडएससी	जेडबीडब्ल्यू	जेडइसी	जेडपीआर	पीसीए
सीओओपी			10						8			
एफआरएन	4	4	1	3	5	4	3	5	3	2	5	4
पीएमटी			5						7			
पीयूबी	9	8		10	9	10	11	8		11	9	10
पीवीटी	7	8	2	7	6	6	6	7		7	6	6
आरआरबी												
एसएफबी			2						2			

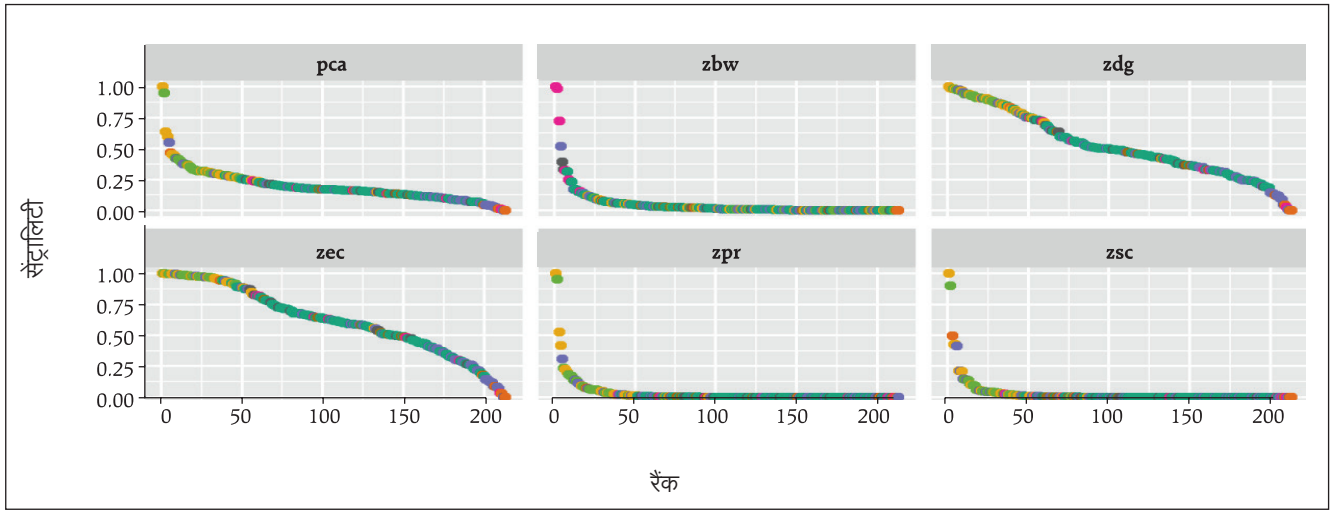
को छोड़कर) का लगभग 68 प्रतिशत योगदान देता है। नेटवर्क में कम मात्रा और मूल्य योगदान के कारण, इस सूची में सहकारी बैंकों, आरआरबी, एसएफबी और भुगतान बैंकों में से कोई भी उपस्थित नहीं है। यह अध्ययन एक दिलचस्प तथ्य सामने लाता हैं कि एससीबी की कुल आस्तियों में 5.7 प्रतिशत की अपेक्षाकृत छोटी हिस्सेदारी के बावजूद कुछ विदेशी बैंक एनईएफटी प्रणाली में बहुत प्रभावशाली है।

हम व्यक्तिगत सेंट्रालिटी उपायों और पीसीए दृष्टिकोण (चार्ट 5) का उपयोग करके प्राप्त एकीकृत सेंट्रालिटी उपाय के आधार पर सभी एनईएफटी-सक्षम बैंकों को रैंक करते हैं। बिटवीननेस को छोड़कर सभी सूचकांक सार्वजनिक क्षेत्र और निजी क्षेत्र के बैंकों ने शीर्ष रैंक प्राप्त करने का संकेत देते हैं। हालांकि, बिटवीननेस सूचकांक द्वारा वर्गीकृत बैंकों में हमे शीर्ष रैंक के बैंक नहीं मिलते हैं। मार्च 2019 के लिए बिटवीननेस द्वारा

चार्ट 5ए: बैंक रैंकिंग बनाम सेंट्रालिटी (मार्च 2019)



चार्ट 5बी: बैंक रैंकिंग बनाम सेंट्रालिटी (अप्रैल 2019)



वर्गीकरण करने पर शीर्ष 20 स्थानों पर हमें 10 सहकारी बैंकों, 5 भुगतान बैंकों और 2 लघु वित्त बैंक मिलते हैं और लगभग इसी प्रकार का चित्र अप्रैल 2019 में दिखाई देता है (चार्ट 5 जेडबीडब्ल्यू)। जैसा कि पहले कहा गया है, सीधे लेन-देन की कड़ी रहित दो अन्य नोडों के बीच जितनी बार कोई नोड सेतु का काम करता है, मध्यत्व माप उसको अंकबद्ध करता है। हमारे मामले में, यह सहभागियों की रैंकिंग पर एक वैकल्पिक परिप्रेक्ष्य देता है जहाँ कुछ सहकारी बैंक, भुगतान बैंक, लघु वित्त बैंक उन बैंकों के लिए जोड़ने वाले कोड्स का काम कर रहे हैं जो एनईएफटी नेटवर्क में सीधा लिंकेज नहीं शेयर करते। राज्य स्तरीय व बड़े शहरी सहकारी बैंक जहाँ छोटे सहकारी बैंकों के लिए माध्यम का कार्य कर रहे हैं वहीं भुगतान बैंकों की उपस्थिति बड़ी हैं क्योंकि वे विशिष्ट बैंक हैं जो भुगतान, जमा, धन-प्रेषण, इंटरनेट बैंकिंग आदि बैंकिंग सेवाएं देकर मुख्यत: भुगतान के क्षेत्र में कार्यरत हैं।

VI. निष्कर्ष

नेटवर्क विश्लेषण व्यापक स्तर पर भुगतान प्रणालियों के विश्लेषण के नए साधन देता है। यह प्रणाली स्तर पर प्रतिरूपों (पैटर्न्स) को पहचानने में सहायक होता है, जिसका आकलन, अन्यथा, द्विपक्षीय लेन-देन मात्रा और मूल्य स्तर विश्लेषण के प्रयोग से मुश्किल है। नेटवर्क में भुगतानों के प्रवाह को बेहतर समझने के लिए हम एनईएफटी इंटरबैंक फंड ट्रांसफ़रों की नेटवर्क टोपोलॉजी और संरचना का विश्लेषण करते हैं। हमारा अध्ययन नेटवर्क विन्यास में सहज बोध से स्वीकार्य पैटर्नों का पता लगाता है और उन क्लस्टरों को चिह्नित करता है जिनको ढूँढ़ना पारंपरिक अर्थशास्त्र के प्रयोग से मुश्किल होता। यह दर्शाता है कि सार्वजनिक क्षेत्र, निजी क्षेत्र और विदेशी बैंकों की ओर से मूल्य के हिसाब से एनईएफटी सिस्टम के कुल लेन-देनों का लगभग 83 प्रतिशत और 87 प्रतिशत क्रमश; मार्च और अप्रैल में आया। सार्वजनिक से सार्वजनिक (पब्लिक टू पब्लिक) और प्राइवेट से प्राइवेट बैंकों के नेटवर्क के अंतर्गत भुगतान प्रवाह विशेष रूप से मजबूत हैं। प्राइवेट टू पब्लिक सेक्टर बैंकों का प्रवाह भी बहुत बड़ा है जिसमें सिस्टम में पब्लिक सेक्टर बैंक निवल प्राप्तकर्ता (नेट रिसीवर्स) हैं। मार्च और अप्रैल महीनों में रिज़र्व बैंक से एनईएफटी सहभागियों को जाने वाले बड़े प्रवाह भी हम देख रहे हैं। सभी 12 महीनों में एनईएफटी लेन-देनों के अध्ययन से इसमें निहित मौसमी पैटर्न के बारे में हमें अधिक संपूर्णता से जानकारी मिल सकेगी।

आदर्शत:, एनईएफटी सुविधा वाले सभी बैंक डिजाइन के जरिये एक दूसरे से जुड़े हुए हैं। तथापि, हमारा अध्ययन इस पर भी साक्ष्य दर्शाता है कि नेटवर्क के कुछ बैंकों से कुछ बैंकों का कोई लेन-देन नहीं होता। व्यापक स्तर पर, अधिकांश सरकारी क्षेत्र, निजी क्षेत्र और विदेशी बैंकों के आपस में सीधे लेन-देन की कड़ी जुड़ी हुई है; तथापि, सहकारी बैंकों सहित अपेक्षाकृत कुछ छोटे बैंकों के ऐसे सीधे लिंकेज नहीं होते। ऐसे मामलों में बड़े सहकारी बैंक और भुगतान/ लघु वित्त बैंक उन बैंकों के बीच कड़ी का काम करते हैं जिनमें आपस में लेन-देन के लिंकेज नहीं हैं। अत: सहकारी बैंकों, लघु वित्त बैंकों और भुगतान बैंकों में हमें बिटवीननेस सूचकांक उच्चतर तथा प्रमुख सरकारी क्षेत्र, निजी क्षेत्र व विदेशी बैंकों में निम्न देखने को मिलता है।

बड़ी संख्या में सहभागियों के प्रति भुगतान दायित्व वाले बड़े बैंकों की निपटान विफलताओं या अंतराल का भुगतान प्रणाली की स्थिरता पर प्रभाव पड़ सकता है। इस संदर्भ में, अंतर्संबद्धताओं, स्तर, ताकत, नेटवर्क में स्थिति आदि विभिन्न पक्षों को ध्यान में रखते हुए भुगतान उद्योग में महत्त्वपूर्ण खिलाड़ियों की समग्र रैंकिंग प्राप्त करने में यह विश्लेषण एक उपयोगी उद्देश्य पूरा करता है। प्रणालीगत दृष्टि से, हम पाते हैं कि भुगतान मूल्य व मात्रा में शीर्ष 20 बैंकों का बड़ा हिस्सा है। उनमें निपटान विफलताओं से परिचालनगत बाधाएं पैदा हो सकती हैं जिसका पूरे भुगतान/ निपटान प्रणाली पर असर पड़ सकता है।

वित्तीय तकनीकों के आने से पेमेंट नेटवर्क की टोपोलॉजी तेजी से बदल रही है। इन परिवर्तनों का आकलन दीर्घवाधि में नेटवर्क टेक्नॉलॉजी में हो रहे बदलावों के माध्यम से हो सकता है। चूंकि भुगतान संबंधी आँकड़े कम समय के उपलब्ध कराए जा सकते हैं, वास्तविक समय पर अंतर्संबद्धता को ट्रैक करने में नेटवर्क विश्लेषण उपयोगी हो सकता है। भुगतान प्रणालियों का विश्लेषण अंतर्बैंक एक्सपोज़रों के वर्तमान विश्लेषण का पूरक है। भारत में भुगतान (पेमेंट) नेटवर्कों के विकास पर प्रकाश डालने में और भुगतान प्रवाहों से यदि कोई जोख़िम हो तो उसका सटीक पता लगाने में यह विश्लेषण उपयोगी होगा। नेटवर्क साहित्य का

साक्ष्य बताता है कि अधिक अंतर्संबद्ध नेटवर्क आघातों के बढ़ने व घटने में भी सहायक हो सकते हैं। तथापि, बढ़ने या घटने की प्रक्रिया और मात्रात्मक वितरण व टॉपोलॉजी की विशेषताओं के अनुसार उनका वर्णन आगे के शोध का एक क्षेत्र है। ऐसी प्रत्याशा है कि वित्तीय प्रणाली स्थिरता में योगदान के अलावा, यह अध्ययन भारत की भुगतान प्रणाली के संबंध में आगे और शोध को प्रेरित करेगा।

संदर्भ :

Acemoglu, D., A. Ozdaglar and A.T. Salehi (2015), "Systemic Risk and Stability in Financial Networks", *The American Economic Review*, 105(2), 564-608.

Albert, R., H. Jeong and A.L. Barabasi (1999), " Diameter of the World Wide Web", *Nature,* 401(130). Available at SSRN:

https://ssrn.com/abstract=1733528 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1733528

Barrat, A., M. Barthélemy, R. P. Satorras, and A. Vespignani (2004), "The architecture of complex weighted networks", *PNAS* March 16, 2004 101 (11) 3747-3752.

Becher, C., S. Millard and K. Soramäki (2008), "The network topology of CHAPS Sterling", *Bank of England Working Paper* No. 355, November.

Borgatti, S.P. and M.G. Everett (1999), "Models of core/periphery structures", *Social Networks* 21, 375–395.

Brin, S. and L. Page (1998). The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine. *Computer Networks and ISDN Systems,* 30, 107- 117.

Caccioli, F., P. Barucca and T. Kobayashi (2018). Network models of financial systemic risk: a review. *Journal of Computational Social Science,* 1, 81–114.

Chapman, J., L. Embree, and T. Roberts (2011). Payment networks: A review of recent research. *Bank of Canada Review*, winter 2010–2011.

Cont, R., M. Amal and E.B. Santos (2010). Network Structure and Systemic Risk in Banking Systems. December 1.

Cytoscape User Manual. Navigation and Layout. Accessed 13 Jul 2019. http://manual.cytoscape.org/en/stable/Navigation_and_Layout.html#edge-weighted-spring-embedded-layout

Disney, A. (2015), "Eigen Centrality and PageRank", *Cambridge Intelligence*, Nov 2, 2015. https://cambridge-intelligence.com/eigencentrality-pagerank/

Dunbar, R.I.M., V. Arnaboldi, M. Conti and A. Passarella (2015), "The structure of online social networks mirrors those in the offline world", *Social Networks,* 43, 39–47.

Elliott, M., B. Golub, and M. O. Jackson (2014), "Financial Networks and Contagion", *American Economic Review,* 104(10), 3115–3153.

Embree, L. and T. Roberts (2009), "Network Analysis and Canada's Large Value Transfer System", *Bank of Canada Discussion Paper* 2009/13, December.

Gai, P. and S. Kapadia (2010), "Contagion in financial networks", *Proceedings: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 466(2120), 2401-2423.

Grandjean, M. (2016), "A social network analysis of Twitter: Mapping the digital humanities community", *Cogent Arts and Humanities, Taylor Francis.*

https://doi.org/10.1073/pnas.0400087101

Imakubo, K. and Y. Soejima (2010), "The Transaction Network in Japan's Interbank Money Markets", Bank of Japan, *Monetary and Economic Studies*, November.

Iori, G., G.D. Masi, O.V. Precup, G. Gabbi and G. Calderelli (2005), "A Network Analysis of the Italian Overnight Money Market", *City University London*, Discussion Paper Series 05/05.

Jaramillo, S.M., B.A. Kabadjova and B.B. Benitez, J.P.S. Margain (2014), "An empirical study of the Mexican banking system's network and its implications for systemic risk", *Journal of Economic Dynamics and Control,* 40, 242 – 265.

Kali, R. and J. Reyes (2007), "The Architecture of Globalization: A Network Approach to International Economic Integration", *Journal of International Business Studies*, 38(4), 595-620.

Kamada, T. and S. Kawai (1989), "An Algorithm for Drawing General Undirected Graphs", *Information Processing Letters,* 31, 7-15.

Langfield, S. and Z. Liu and T. Ota (2014), "Mapping the UK interbank system", *Journal of Banking and Finance,* 45, 288–303.

Lublóy, Á. (2006), "Topology of the Hungarian large-value transfer system", *MNB Occasional Papers* 2006/57.

Ma, A. and Mondragón, R.J. (2015), "Rich-Cores in Networks", *PLoS ONE,* 10(3): e0119678.

Nier, E., J. Yang, T. Yorulmazer and A. Alentorn (2007), "Network models and financial stability'', *Journal of Economic Dynamics and Control,* 31, 2033–2060.

Oesterreichische National Bank (OeNB) Financial Stability Report 7 "An Empirical Analysis of the Network Structure of the Austrian Interbank Market'', 77-87.

Pröpper, M., Lelyveld, I. V. and Heijmans, R. (2008), "Towards a Network Description of Interbank Payment Flows", *De Nederlandsche Bank, Working Paper* No. 177.

Soramäki, K., M.L. Bech, J. Arnold, R.J. Glass and W.E. Beyeler (2006), "The Topology of Interbank Payment Flows", *Federal Reserve Bank of New York Staff Reports* 243, March.

Upper, C. and A. Worms (2004), "Estimating bilateral exposures in the German interbank market: Is there a danger of contagion?", *European Economic Review,* 48, 827–849.

अनुबंध

कुछ महत्त्वपूर्ण नेटवर्क मैट्रिक्स की परिभाषा

इस अध्ययन में प्रयुक्त कुछ महत्त्वपूर्ण केंद्रीयता मापों (सेंट्रलिटी मेजर्स) का संक्षिप्त विवरण इस अनुबंध में है।

ए.1 संयोजन आधारित माप (कनेक्शन बेस्ड मेज़र्स)

- **संयोजकता (कनेक्टिविटी) : इसे** नेटवर्क घनत्व के रूप में भी जाना जाता है, यह बतता है कि कोई नेटवर्क समग्र रूप में कितनी अच्छी तरह कार्य करता है। यह एजेज़ की अधिकतम संभव संख्या और एजेज़ की वास्तविक संख्या के अनुपात को सूचित करता है। बिना किसी लिंक वाले वियोजित (डिसकनेक्टेड) ग्राफ के लिए यह 0 और पूर्ण नेटवर्क के लिए 1 है।
  निर्देशित (डायरेक्टेड) ग्राफ़ के लिए कनेक्टिविटी $\frac{m}{N(N-1)}$ के बराबर है जहाँ m कड़ियों की संख्या है और N नोड्स की संख्या। अनिर्देशित ग्राफ के लिए कनेक्टिविटी $\frac{m}{\frac{N}{2}C}$ है।
- **पारस्परिकता (रेसिप्रोसिटी)** : रेसिप्रोसिटी निर्देशित कड़ियों (m) की तुलना में प्रतिसादित (रेसिप्रोकेटेड) कड़ियों (m_1) की संख्या के अनुपात को सूचित करता है।
  रेसिप्रोसिटी , r = $\frac{m_r}{m}$

ए 2. केंद्रीयता (सेंट्रलिटी) और केंद्रीकरण (सेंट्रलाइजेशन)

- **मात्रा केंद्रीयता (डिग्री सेंट्रलिटी) :** डिग्री सेंट्रलिटी प्रत्येक नोड से जुड़े नोड्स की संख्या की गणना करती है 0 व 1 के बीच संख्याओं के मापने (स्केल) के लिए इसे (N-1) से भाग दिया जाता है।
  डिग्री सेंट्रलिटी, $C_{DG} = \frac{d(n_i)}{N-1}$
  जहाँ d_{nl} नोड n_i की डिग्री है और N नोड्स की संख्या है।
- **मध्यत्व केंद्रीयता:** उन पथों का प्रतिशत मापता है जो किसी खास नोड से होकर जाते हैं। उच्च मध्यत्व के नोड दो विभिन्न समूहों या क्लस्टरों को जोड़ने में अहम हैं।
  मध्यत्व केंद्रीयता, $C_{BW} = \frac{\sum_{i,i\neq v}\sum_{j,j\neq i,j\neq v}\frac{g_{ivj}}{g_{ij}}}{(N-1)(N-2)}$
  जहाँ g_{ij} नोड i से नोड j तक सबसे छोटे पथों की संख्या है और,
  g_{ivj} v से होकर नोड i से नोड j तक सबसे छोटे पथों की संख्या है।
- **अइगन वेक्टर सेंट्रलिटी :** किसी मोड की मात्रा (डिग्री) ऊँची हो सकती है, परंतु नेटवर्क की दृष्टि से इसके कनेक्शंस महत्त्वपूर्ण नहीं हो सकते हैं। ऐसी स्थितियों में, डिग्री के मापों से किसी नोड के महत्त्व के बारे में गलत निष्कर्ष निकल सकते हैं। अइगन वेक्टर सेंट्रलिटी गणना पुनरावृत्तीय पद्धति है जहाँ नोड i की केंद्रीयता (सेंट्रलिटी) की गणना नोड i के पड़ोसियों (समीपस्थों/नेबर्स) की केंद्रीयता को जोड़कर निकाली जाती है। यदि प्रभावशाली नोडों से जुड़े हों तो यह नोडों को अधिक मान (भार/वेट) देता है।
  $$c_i = \frac{1}{\lambda}\sum_{j\epsilon G} a_{ij}c_j$$
  उपर्युक्त समीकरण $Ac = \lambda c$, के मैट्रिक्स रूप में भी फिर से लिखा जा सकता है जहाँ A ग्राफ (G) का एडजेंसी मैट्रिक्स है। समीकरण का सबसे बड़ा ईगन वैल्यू अइगन वेक्टर सेंट्रलिटी के रूप में निकलकर आता है।
- **पेजरैंक सेंट्रलिटी:** पेजरैंक अइगन सेंट्रलिटी का एक अधिक जटिल रूप है जिसे गूगल के संस्थापकों ने वेबपेजों को रैंक करने के लिए डिजाइन किया था। हर वेबपेज को आने वाली कड़ियों (इन-कमिंग लिंक्स) की संख्या के आधार पर एक अंक (स्कोर) दिया जाता है ('इसकी इन-डिग्री')। इन लिंक्स को भी इनके प्रारंभिक नोड के सापेक्ष स्कोर के आधार पर मान दिया जाता है। यह पुनरावृत्तीय अल्गोरिद्म पर चलता है, जहाँ निम्नलिखित फॉर्मूले के आधार पर पेजरैंक निकाला जाता है
  $$PR_{t+1}(i) = \sum_{j\epsilon L(i)}\frac{PR_t(j)}{C(j)}$$
  जहाँ *L(i)* का तात्पर्य i की ओर प्वाइंट करने वाले समस्त नोडों से है और C(j) उन बहिर्गामी लिंकों की संख्या बताता है जो नोड j से निकल रहे हैं। पहली पुनरावृत्ति सभी नोडों के लिए $\frac{1}{n}$ के एक प्रारंभिक पेजरैंक से शुरू होती है।