भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका
वर्ष 28 अंक (1) जून 2020 पृ. 48-56

आर्टिफीशियल न्यूरल नेटवर्क (ANN) का उपयोग करके पार्किंग की मांग मॉडलिंग

जनक परमार*, प्रीतिकना दास एवं फरहत आज़ाद
*राजमार्ग और परिवहन विभाग, एफटीई-द महाराजा सयाजीराव बड़ौदा विश्वविद्यालय, बड़ौदा 390 001 (गुजरात)
परिवहन योजना प्रभाग, सीएसआईआर-केंद्रीय सड़क अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली 110 025

सारांश : आधुनिक युग में, शहरों में निजी वाहनों की बढ़ती संख्या के लिए जनसंख्या और आर्थिक विकास के साथ-साथ लोगों के बढ़ते जीवन स्तर को दोषी ठहराया जाता है। सड़कों पर वाहन खड़े करने में होने वाली गड़बड़ी से सीधे तौर पर पार्किंग की जगह की जरूरत को अनुभव किया गया है। इसलिए, सड़क नियोजन और विकास के चरण में, बुनियादी ढांचे और कभी-कभी तकनीकी मांगों को भी पूरा करना होगा, जिसकी आपूर्ति के लिए संसाधन सीमित हैं। इसके लिए एक सामान्य मॉडल विकसित करना संभव है जो विभिन्न मानदंडों के अनुसार पार्किंग की मांग का अनुमान लगा सकता है, जैसे कि अंतराल अवधि, यात्राओं की संख्या इत्यादि। इस शोध कार्य को प्रति स्थल पार्किंग के उपयोग के रूप में पार्किंग की मांग के अनुसार प्रतिरूप (model) विकसित करने पर जोर दिया गया है। सामाजिक-आर्थिक के साथ-साथ आर्टिफीशियल न्यूरल नेटवर्क तकनीक (ANN) का उपयोग करके ड्राइवर की यात्रा विशेषताओं के आधार पर वाणिज्यकी सह व्यावसायिक क्षेत्र के लिए एक मॉडल विकसित किया गया है। इस हेतु खंडों के उचित दो प्रमुख केन्द्रीय वाणिज्यकी जिला अर्थात् नेहरू प्लेस और भीकाजी कामा प्लेस को दिल्ली-एनसीआर में चुना गया है। वरीयता सर्वेक्षण के आधार पर पार्किंग उपयोगकर्ताओं के सामाजिक-आर्थिक और यात्रा विशेषताओं के आंकड़े को इकट्ठा करने के लिए प्रश्नावली का खुलासा तैयार किया गया है। परिणामों से पता चलता है कि पार्किंग समय और पार्किंग शुल्क सहित कुल लागत पार्किंग की मांग पर सबसे अधिक प्रभाव डालती है, जिसके बाद किसी व्यक्ति की यात्रा के उद्देश्य में बदलाव होता है। इसमें प्रत्येक निवेश प्राचल का महत्व प्राप्त किया गया है। पार्किंग नीतियों को बनाते समय महत्वपूर्ण चर को शामिल करने के लिए यह अध्ययन सहायक है और यह शोध योजनाकारों को विभिन्न तरह के भूमि के उपयोग के लिए भी पार्किंग स्थल के महत्व का समर्थन करता है।

Parking demand modelling using artificial neural network

Janak Parmar*, Pritikana Das & Farhat Azad
*Department of Highway and Transportation, FTE-The Maharaja Sayajirao University of Baroda, Vadodara 390 001 (Gujrat`)
TPE Division, CSIR-Central Road Research Institute, New Delhi 110 025

In modern era, population and economic growth as well as increasing living standard of people are to blame for the rising number of private vehicles in the cities. The need for parking space is directly in nexus of demand associated with the upsurge in the vehicle plying on the roads. Hence, at planning and development stage, it is must to address the infrastructural and sometimes technological demands which has limited resources to supply. It is possible to develop a general model which can estimate the parking demand in terms of different criteria e.g., space, duration, number of visits, etc. This research work is emphasized on to develop the parking demand model as a parking space usage per visit for commercial cum business area based on the socio-economic as well as travel characteristics of the parkers using Artificial Neural Network technique. Two major CBDs namely Nehru Place and Bhikaji Cama Place have been selected in Delhi-NCR. Questionnaire has been prepared to carry out revealed preference survey in order to collect data of socio-economic and trip characteristics of parking users. Results reveals that the travel time and total cost including parking charges having most influence on the parking demand followed by the purpose of trip of an individual. The importance of each input variable has been derived. The study is helpful to incorporate the significant variable while making parking policies and same is supporting to the planners designing parking lot for different land use.

प्रस्तावना

दुनिया भर में त्वरित औद्योगीकरण के कारण शहरी अर्थव्यवस्था की उच्च विकास दर बढ़ी, जनसंख्या की उच्च वृद्धि के अलावा निवासियों के जीवन स्तर के साथ-साथ आय, निजी वाहन स्वामित्व में निरंतर वृद्धि हो रही है। ने दावा किया कि जनसंख्या वृद्धि और लोगों के बढ़ते जीवन स्तर शहरों में कारों की संख्या में वृद्धि के लिए दोषपूर्णता हैं (Shen,1997)। सड़क परिवहन और राजमार्ग मंत्रालय, भारत (MoRTH) के अनुसार, भारत में 2015 में 2015 में 55 मिलियन से लगभग 400% की मोटर वाहन आबादी में वृद्धि हुई है। सड़कों पर वाहन खड़े करने में होने वाली गड़बड़ी से सीधे तौर पर पार्किंग की जगह की जरूरत है। छोटे शहर की कारों की सस्ती कीमत और पार्किंग के लिए निःशुल्क या नाममात्र शुल्क के कारण, अधिकांश लोग निजी वाहनों द्वारा विशेष रूप से विकासशील देशों में यात्रा करना पसंद करते हैं जहां सार्वजनिक पारगमन का बुनियादी ढांचा अभी भी अपरिपक्व है। यहां तक कि निर्णय नीति बनाते समय तदर्थ आधार पर किए जाते हैं। मल्टी-लेवल पार्किंग सिस्टम जैसे नए विकास सब्सिडी वाले पार्किंग शुल्क के साथ ऑफ-स्ट्रीट पार्किंग योजना के रूप में पर्याप्त स्थान प्रदान करते हैं। लेकिन शहर के मुख्य या पुराने क्षेत्रों, मुख्य रूप से केंद्रीय व्यापार जिले, ऑफ-स्ट्रीट पार्किंग के लिए पर्याप्त स्थान प्रदान करने में विफल जो उस क्षेत्र में ऑन-स्ट्रीट पार्किंग मांग की मात्रा को बढ़ाते हैं। पार्किंग की जगह (Shoup, 2006) के लिए मंडराते हुए और प्रभावी कैरिजवे की चौड़ाई का अतिक्रमण करने के कारण ऑन-स्ट्रीट पार्किंग यातायात की भीड़ को बढ़ाती है। इन सभी पहलुओं को देखते हुए, पार्किंग बढ़ती निजी वाहन स्वामित्व के परिदृश्य में परिवहन योजनाकारों के लिए प्रमुख चिंताओं में से एक बन गया है। इसलिए, नियोजन और विकास के चरण में, बुनियादी ढांचे और कभी-कभी तकनीकी मांगों को पूरा करना होगा, जिसकी आपूर्ति के लिए सीमित संसाधन हैं। पार्किंग व्यवहार और पार्किंग की मांग को गहराई से समझना आवश्यक है जो एक उपयुक्त पार्किंग नीति तैयार करने में मदद करता है। एक सामान्य मॉडल विकसित करना संभव है जो विभिन्न मानदंडों के संदर्भ में पार्किंग की मांग का अनुमान लगा सकता है, जैसे, अंतरिक्ष, अवधि, यात्राओं की संख्या, आदि। इस शोध कार्य को सामाजिक-आर्थिक के साथ-साथ पार्कर की यात्रा विशेषताओं के आधार पर वाणिज्यिक सह व्यावसायिक क्षेत्र के लिए प्रति स्थल पार्किंग की जगह के उपयोग के रूप में पार्किंग डिमांड मॉडल के रूप में विकसित करने पर जोर दिया गया है।

अध्ययन की पृष्ठभूमि

समग्र और अव्यवस्थित स्तर पर पार्किंग की मांग को मॉडल करने और पूर्वानुमान लगाने के लिए कई अध्ययन किए गए हैं। पार्किंग की मांग यात्रा दूरी और यात्रा के समय (Hunt and Teply, 1993, Hensher and King, 2001, Das et al., 2016) जैसे विभिन्न कारकों से प्रभावित है। पार्किंग की जगह और गंतव्य के लिए पैदल चलने का समय (Lau et al., 2005, Chakrabarti and Mazumder, 2010, Hilvert et al., 2012, Tong et al., 2013) पार्किंग शुल्क (Hensher and King, 2001 Tiexin et al., 2012, Lim et al., 2017), विभिन्न भूमि उपयोग विशेषताओं (Wong et al., 2000, Lau et al., 2005, Bai et al., 2011, Fiez et al., 2018) साथ ही पार्कर की जनसंख्या और सामाजिक आर्थिक विशेषताएं (Chakrabarti and Mazumder, 2010, Ghuzlan et al., 2016, Aderamo and Salau, 2013) किसी विशेष क्षेत्र में पार्किंग की मांग आम तौर पर उस क्षेत्र की भूमि उपयोग विशेषताओं से प्रभावित होती है। लगभग 69 विभिन्न भूमि उपयोग वर्गीकरण इंस्टीट्यूट ऑफ ट्रांसपोर्टेशन इंजीनियर्स (ITE) (2010) के पार्किंग जनरेशन मैनुअल के अनुसार उपलब्ध हैं। भूमि के प्रत्येक आंकड़े वर्णों का उपयोग कम या ज्यादा करते हैं जो विशेष रूप से भवन/क्षेत्र के लिए पार्किंग पीढ़ी को प्रभावित करते हैं। पार्किंग के लिए मांग अनुमान मॉडल विकसित करने के लिए प्रारंभिक स्तर पर सभी प्रकार के भूमि उपयोग के लिए पार्किंग पीढ़ी दर का अनुमान लगाना आवश्यक है। प्रति यूनिट क्षेत्र (Tiexin et al., 2012) में पार्किंग की पीढ़ी दर किसी दिए गए भूमि उपयोग से उत्पन्न पार्किंग स्थान की मांग है। 1994 में, (Kefei) ने भूमि उपयोग के आधार पर एक स्थिर पार्किंग पीढ़ी दर मॉडल की स्थापना की। पार्किंग पीढ़ी दर मॉडल का सबसे सरल रूप समीकरण 1 के अनुसार है। इसके अलावा, शहरी पार्किंग की मांग को प्रभावित करने वाले कारकों का विश्लेषण करके, पार्किंग पूर्वानुमान एल्गोरिथ्म दिया और मांग पूर्वानुमान के लिए स्थिर पार्किंग पीढ़ी दर मॉडल विकसित किया। Tiexin et al., 2012 ने कई टर्नओवर रेट जैसे औसत टर्नओवर रेट पर विचार करके पार्किंग पीढ़ी दर मॉडल में सुधार किया, पार्किंग लॉट अधिभोग, पार्किंग मूल्य प्रभाव गुणांक, पार्किंग सुविधा की सेवा का स्तर, मोटर वाहन विकास, आदि (समीकरण 2)। इस अध्ययन में, एक विशेष पार्किंग सुविधा के लिए एलओएस को परिभाषित करने के लिए पहचाने जाने वाले कारकों को ध्यान में रखे बिना सेवा के स्तर का मूल्य 85% के रूप में मनमाने ढंग से लिया गया था। इसलिए, पिछले अध्ययनों में

सुधार के रूप में, समीकरण 2 (Das et al., 2016) द्वारा लागत कारक यानी सार्वजनिक परिवहन और उपयोगिता-आधारित गुणांक को वरीयता दिखाने के संबंध में कार की यात्रा लागत को देखते हुए आगे विस्तार किया गया है। पारगमन पर कार के उपयोग की।

$$y = \sum_{i=1}^{n} ai \times Ri (i = 1,2,.....n) \qquad (1)$$

$$y = \sum_{i=1}^{n} \frac{ai \times Ri}{\mu i \times \gamma i} \times \delta \times L \times \beta (i = 1,2,.....,n) \qquad (2)$$

जहाँ:

y = पार्किंग की मांग (पार्किंग स्थल/पार्किंग की जगह);
a_i = पार्किंग पीढ़ी दर (प्रति यूनिट क्षेत्र की मांग);
R_i = इमारत का क्षेत्र है (वर्ग मीटर);
μ_i = माध्य पार्किंग पण्यावर्तय
γ_i = पार्किंग अधिभोगय
δ = पार्किंग सेवा का स्तरय
L = पार्किंग मूल्य प्रभाव गुणांकय
β = मोटर वाहन विकास गुणांकय

पिछले अध्ययनों से पता चला है कि पार्किंग की कीमत किसी विशेष पार्किंग के लिए पार्किंग मांग के लिए सबसे अधिक प्रभावशाली कारकों में से एक लगती है और मोडल पसंद है। Hensher and King (2001) ने विशिष्ट पार्किंग स्थल पर पार्किंग की मांग की पीढ़ी में पार्किंग मूल्य निर्धारण की भूमिका की जांच की। उन्होंने सीबीडी क्षेत्र में विभिन्न स्थानों पर पार्किंग मूल्य और संचालन के घंटों के साथ अलग-अलग व्यवहार के नमूने प्राप्त करने के लिए निजी कार उपयोगकर्ताओं और सार्वजनिक पारगमन उपयोगकर्ताओं के एक प्राथमिकता वाले डेटा का उपयोग किया। McGuiness and McNeil (1991) ने पार्किंग स्पेस ऑक्यूपेंसी के सांख्यिकीय मॉडल को विकसित करने में पार्किंग मूल्य के प्रावधान पर भी विचार किया। उन्होंने चर्चा की कि पार्किंग की कीमत बढ़ने पर निरंतर मांग लोच वक्र को देखते हुए, अधिभोग भी बढ़ता है जो पहली नज़र में गलत लगता है, लेकिन पार्किंग की सामान्यीकृत लागत (शुल्क + पहुंच + पहुंच समय + सुरक्षा + सुरक्षा) पर विचार करते समय, यह संभव है कि उच्च शुल्क वाली पार्किंग का उपयोग करना उचित हो। आमतौर पर, विभिन्न प्रकार के भूमि उपयोग के लिए पार्किंग स्थान की मांग भिन्न होती है। इसलिए, किसी विशेष क्षेत्र में पार्किंग की मांग के लिए भूमि-उपयोग की विशेषताओं को एक महत्वपूर्ण पैरामीटर पाया गया। Al-Masaeid et al., 1999 ने जॉर्डन के विभिन्न शहरों में विभिन्न प्रकार के भूमि उपयोगों के लिए वाहन पार्किंग की मांग का पूर्वानुमान करने के लिए एक सांख्यिकीय मॉडल की स्थापना की। उन्होंने 53 अस्पतालों, 40 होटलों, 42 कार्यालय भवनों, 35 अपार्टमेंट भवनों, 21 रेस्तरां और 17 शॉपिंग सेंटरों का अध्ययन किया। Al-Sahili and Hamadneh (2016) ने आवासीय, होटल, कार्यालय और वाणिज्यिक/खरीदारी जैसे विभिन्न भूमि उपयोगों के लिए पार्किंग की आवश्यकता का अध्ययन भी किया। उन्होंने ग्यारह और अलग-अलग भूमि उपयोगों के लिए सुबह और शाम के पीक अवधि सर्वेक्षण डेटा का उपयोग इन भूमि उपयोगों के साथ पार्किंग डिमांड पीढ़ी के संबंधों को स्थापित करने के लिए किया। पार्किंग की मांग का पूर्वानुमान लगाने का एक और सरल तरीका किसी दिए गए पार्किंग लॉट के लिए प्रत्येक अद्वितीय पार्किंग गतिविधि के लिए पार्किंग संचय प्रोफ़ाइल पर आधारित है (Wong et al., 2000, Lau et al., 2005)।

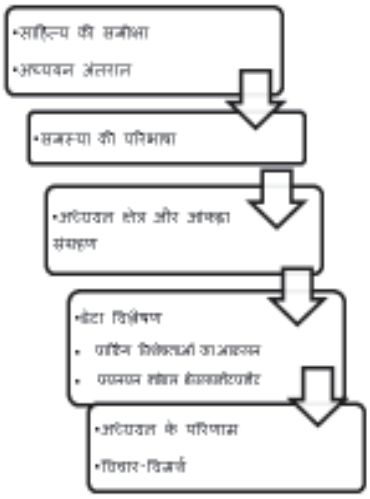
वर्तमान अध्ययन में, सामाजिक-आर्थिक और यात्रा विशेषताओं के साथ-साथ पिछले अध्ययनों से पहचाने गए पार्किंग विशेषताओं का प्रतिनिधित्व करने वाले महत्वपूर्ण पैरामीटर कृत्रिम बुद्धि हैं (एआई) जैसे आर्टिफीशियल न्यूरल नेटवर्क (एएनएन) - जो मानव मस्तिष्क की कार्यक्षमता का अनुकरण करने में सक्षम है और पहचानने योग्य गैर-रैखिकता के साथ सीधे व्यवहार कर सकता है- का उपयोग पार्किंग की जगह के उपयोग के संदर्भ में पार्किंग की मांग की भविष्यवाणी करने के लिए किया गया है, अर्थात्, पार्किंग अवधि प्रत्येक यात्रा।

सामग्री एवं विधि

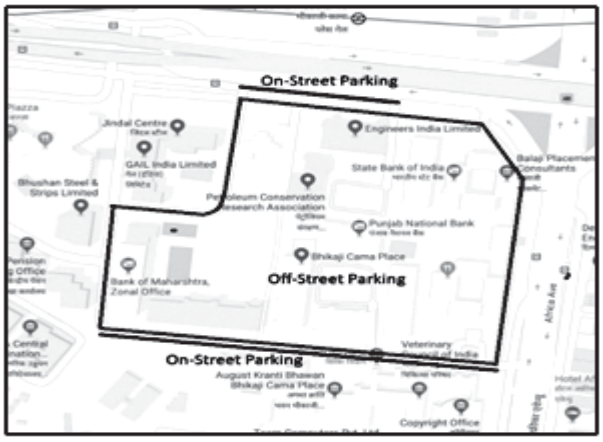
अध्ययन पद्धति को चित्र 1 में दर्शाए गए फ्लो-चार्ट के रूप में तैयार और प्रस्तुत किया गया है। एकत्रित आंकड़ों के आधार पर, किसी व्यक्ति की विशेषताओं के बेहतर मूल्यांकन के लिए प्रारंभिक विश्लेषण किया गया है। एएनएन मॉडल के विकास के लिए प्रभावी नमूना आकार पर विचार किया गया है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीक में, आश्रित और स्वतंत्र मापदंडों के बीच जटिल संबंधों की पहचान करने के लिए बैक प्रोपोगेशन एल्गोरिद्म के साथ एएनएन का उपयोग किया गया है।

यह अध्ययन मुख्य रूप से वाणिज्यिक सह व्यवसाय भूमि-उपयोग के लिए डिमांड मॉडल विकसित करने पर केंद्रित है। दिल्ली-एनसीआर की सीमा के भीतर दो प्रमुख सीबीडी अर्थात् नेहरू प्लेस और भीकाजी कामा प्लेस को अध्ययन क्षेत्र के रूप में चुना गया है। नेहरू प्लेस है- सबसे व्यस्त सीबीडी क्षेत्रों में से एक और एशिया का सबसे बड़ा इलेक्ट्रॉनिक्स बाजार- नई दिल्ली क्षेत्र में। इसमें

बड़ी संख्या में व्यावसायिक/व्यावसायिक और खरीदारी गतिविधियाँ हैं जो दिल्ली-एनसीआर के अन्य सभी हिस्सों से अच्छी कनेक्टिविटी रखती हैं। हालांकि यह सार्वजनिक परिवहन जैसे बस, मेट्रो, के माध्यम से अच्छी पहुंच है, आदि, लोग अभी भी अपने निजी वाहन द्वारा बड़ी मात्रा में जगह पर जाते हैं (सारणी 1)। इसकी दिन भर पार्किंग की मांग है। भीकाजी कामा प्लेस सबसे बड़े कार्यालय-व्यावसायिक क्षेत्रों में से एक है, जिसमें दिल्ली के अन्य सभी भागों से बड़ी मात्रा में कार्य-यात्रा का आकर्षण है। सार्वजनिक परिवहन के माध्यम से भी इसकी अच्छी कनेक्टिविटी है, लेकिन दिन भर में पार्किंग की बड़ी मात्रा में मांग है। दोनों अध्ययन क्षेत्रों के पार्किंग संचय प्रोफ़ाइल (आंकड़े) और विशेषताओं (तालिका) को क्रमशः चित्र 2 और चित्र 3 में दिखाया गया है।



चित्र 1— कार्यप्रणाली फ्लो चार्ट

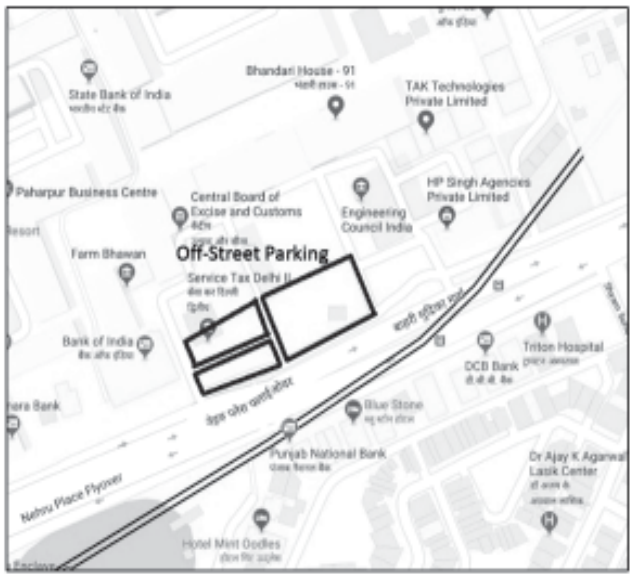


चित्र 2 – नेहरू प्लेस में पार्किंग

सर्वेक्षण और डेटा संग्रह

प्रारंभिक अवलोकन के रूप में, पार्किंग इन्वेंट्री और लाइसेंस प्लेट सर्वेक्षण आयोजित किया गया है। पार्किंग बर्थ के औसत क्षेत्र, पार्किंग की कुल क्षमता आदि का अनुमान लगाने के लिए इन्वेंटरी सर्वेक्षण किया गया है। लाइसेंस प्लेट सर्वेक्षण 12 घंटे के लिए किया गया है। (सुबह 8:00 बजे से रात 8:00 बजे तक)। लाइसेंस प्लेट सर्वेक्षण, पार्किंग संचय, औसत पार्किंग अवधि, पार्किंग कारोबार और पार्किंग अधिभोग दर का उपयोग करके गणना की गई है। टर्नओवर की गणना पूरे सर्वेक्षण अवधि के दौरान या पीक डे और रात के समय के दौरान की जा सकती है। वर्तमान अध्ययन में, 4 घंटे के लिए दिन के शिखर की मांग सहित टर्नओवर अध्ययन किया गया है। 15 मिनट के समय अंतराल के साथ। दो पार्किंग सुविधाओं की विशेषताओं को सारणी 1 में दिखाया गया है। दोनों स्थानों के लिए टर्नओवर का मूल्य बहुत कम है, जिससे पता चलता है कि कारों को लंबी अवधि के लिए पार्क किया जाता है और पार्किंग की दक्षता को गिरा देता है। इसलिए, एक मॉडल विकसित करना आवश्यक है जो प्रत्येक व्यक्ति द्वारा प्रत्येक यात्रा पर पार्किंग स्थान के उपयोग की भविष्यवाणी कर सकता है।

पार्किंग की मांग के आकलन के लिए, पार्कों की सामाजिक आर्थिक और यात्रा विशेषताओं का आकलन करने के लिए वरीयता वरीयता प्रश्नावली सर्वेक्षण किया गया है। सर्वेक्षण चोटी और ऑफ-पीक दोनों घंटों पर किया गया था। नेहरू प्लेस में



चित्र 3 – भीकाजी कामा प्लेस में पार्किंग

सारणी 1 – पार्किंग विशेषता सारांश

पार्किंग सांख्यिकी	नेहरू प्लेस	भीकाजी कामा प्लेस
पीक समय	15:00.15:30	13:00.13:30
पीक पार्किंग संचय	1009	899
पीक पार्किंग सतृप्ति (डी/सी)	3.25	1.8
औसत पार्किंग संचय	674.66	534.45
औसत पार्किंग अवधि (मिनट)	176	153
औसत कारोबार (वाहन घंटा/बे)	0.57	0.46
पार्किंग सूचकांक (%)	217.63	423.38

लगभग 200 नमूने और भीकाजी कामा प्लेस में 150 नमूने विश्लेषण के लिए एकत्र किए गए हैं। प्रश्नावली रूप में सामाजिक आर्थिक मापदंडों जैसे लिंग, आयु, आय, पेशा, यात्रा का उद्देश्य आदि और यात्रा विशेषताओं जैसे यात्रा दूरी, यात्रा समय, यात्रा की लागत, आसानी (खोज + पार्किंग) समय, गंतव्य के लिए समय चलना आदि। प्रत्येक उत्तरदाता के लिए पार्किंग की अवधि नीचे दी गई है और पार्किंग अवधि के आधार पर पार्किंग शुल्क की गणना की गई है। विश्लेषण में, चर समय सूचकांक और लागत सूचकांक पेश किए गए हैं जो निजी वाहन के लिए सार्वजनिक परिवहन के लिए संबंधित मूल्य के अनुपात हैं, उदाहरण के लिए, समय सूचकांक सार्वजनिक परिवहन द्वारा निजी वाहन द्वारा समय यात्रा करने के लिए यात्रा समय का अनुपात है। और लागत सूचकांक के लिए भी। प्रत्येक प्रतिक्रिया चर के वर्णनात्मक आँकड़े सारणी 2 और तालिका 3 के बाद में सारणी बद्ध किए गए हैं।

सारणी 2 – वर्णनात्मक चर के वर्णनात्मक आँकड़े

पैरामीटर	श्रेणियाँ	प्रतिशत हिस्सा
लिंग	पुरुष	79.6
	महिला	20.4
उम्र	18 से नीचे	0
	18-30	37.6
	30-55	51.4
	55 से ऊपर	11.0
मासिक आय	20000 के तहत	0
	20000 - 30000	0
	30000 - 45000	24.8
	45000 - 60000	32.9
	60000 - 80000	25.1
	80000 से ऊपर	17.2
व्यवसाय	सर्विस	60.8
	व्यापार	22.6
	स्व नियोजित	9.7
	छात्र	6.9
	अवकाश प्राप्त	0
	गृहिणी	0
यात्रा का उद्देश्य	काम	63.0
	व्यावसायिक	28.5
	खरीदारी	8.5
	अन्य लोग	0

मॉडल फ्रेमवर्क

एक मॉडल विकसित करने के लिए, नेहरू प्लेस के लिए 178 (89%) पार्कों का प्रभावी नमूना आकार और भीकाजी कामा प्लेस के 141 (94%) पार्कर का विश्लेषण किया गया है। प्रत्येक स्थान से प्राप्त नमूनों को विश्लेषण में जोड़ा गया है और एक मॉडल विकसित करना है। मॉडल में लिंग, आयु, आय, पेशे और यात्रा के उद्देश्य को श्रेणीबद्ध चर के रूप में लिया गया था, जबकि अन्य यात्रा विशेषताओं को निरंतर चर माना जाता था। इस पत्र में, बहुपरत फीड-फॉरवर्ड बैक-प्रोपगेशन न्यूरल नेटवर्क्स (बीपीएनएन) को पार्किंग की मांग के बारे में बताया गया था। एएनएन में सीखने की क्षमता होती है और यह चर के बीच जटिल संबंधों को पकड़ सकता है जो अधिक सटीकता प्रदान करता है। बीपीएनएन (बहुपरत पर्सेप्ट्रॉन-एमएलपी) का नामकरण एक तीन परत अर्थात्, इनपुट, छिपी और आउटपुट परतों में व्यवस्थित कृत्रिम न्यूरॉन्स का एक सेट होता है। जब डेटा इनपुट परत के माध्यम से प्रदान किया जाता है, तो इनपुट परत में न्यूरॉन्स भारित डेटा को प्रचारित करते हैं और छिपी हुई परतों के माध्यम से पूर्वाग्रह का चयन करते हैं। नतीजतन, आउटपुट लेयर निर्दिष्ट सक्रियण फंक्शन का उपयोग करके नोड पर उत्पन्न होती है।

$$Z_s^{(l)} = W_s^{(l)} Z^{-(l-1)} = \sum_{k=1}^{n_{l-1}} W_{sk}^{(l)} Z_k^{(l-1)}$$

$$S = 1,2.....,n_l; k = 1,2,.....,n_{l-1} \quad (1)$$

$$Z_s^{-(l)} = f\left(Z_s^{(l)}\right), S = 1,2,.....n_l \quad (2)$$

जहाँ

$W_s^{(l)}$ कनेक्शन वजन है

$$f(x) = 1/(1+e\text{^}(-x)) \quad (3)$$

मॉडल में इनपुट परत को छोड़कर दो परतें हैं। मान लीजिए कि छिपी हुई परत के नोड्स की संख्या z_l है, z_s ^ ((l)) छिपी

सारणी 3 – निरंतर चर के वर्णनात्मक

पैरामीटर	माध्य	मानक विचलन	न्यूनतम	ज्यादा से ज्यादा
औसत यात्रा दूरी	22.81	14.98	2	65
औसत निजी कार से यात्रा का समय	66.48	38.20	10	180
औसत सार्वजनिक परिवहन द्वारा यात्रा का समय	86.45	42.74	25	220
पार्किंग शुल्क सहित निजी कार द्वारा कुल दैनिक लागत	218.03	117.89	36.32	430
उत्पत्ति से गंतव्य तक सार्वजनिक परिवहन द्वारा कुल दैनिक लागत	82.64	53.83	10	250
औसत आसानी समय (खोज + पार्क)	5.92	2.24	1.5	10
औसत वॉक टाइम टू डेस्टिनेशन	6.21	2.66	2	11
औसत पार्किंग अवधि	5.17	3.07	0.50	12

परत में नोड s का इनपुट है और z s_s ^ ((l)) छिपा परत में आउटपुट नोड s के लिए खड़ा है, फिर सूत्र (1) और (2) प्राप्त किया जा सकता है जिसका उपयोग आउटपुट तैयार करने के लिए किया जाता है। प्रस्तावित विधि मेंए सिग्मॉइड का उपयोग मुख्य सक्रियण फ़ंक्शन f (…) के रूप में किया गया था, जो कि समीकरण में दिखाया गया है (2) समीकरण (3) द्वारा दिया गया है। सिग्मॉइड (एस-टाइप) फ़ंक्शन को क्यों चुना गया है, इसका कारण यह है कि फ़ंक्शन के आउटपुट अंतराल [0, 1] में हैं, जो नेटवर्क के आउटपुट की मांग को पूरा करते हैं।

प्रस्तावित मॉडल में, विश्लेषण के लिए श्रेणीबद्ध/कारक और स्केल /कोवरिएट चर का उपयोग किया गया है। श्रेणीबद्ध डेटा के लिए प्रक्रिया की अवधि के लिए एक-सी-कोडिंग का उपयोग करके डमी चर विकसित किए गए हैं।

प्रस्तावित मॉडल में, विश्लेषण के लिए श्रेणीबद्ध/कारक और स्केल /कोवरिएट चर का उपयोग किया गया है। श्रेणीबद्ध डेटा के लिए प्रक्रिया की अवधि के लिए एक-सी-कोडिंग का उपयोग करके डमी चर विकसित किए गए हैं। उदाहरण के लिए, यदि चर की सी श्रेणियां हैं, तब चर को वैक्टर के रूप में संग्रहीत किया जाता है, पहली श्रेणी के रूप में (1 0... 0), अगली श्रेणी (0 1. ... 0),..... और अंतिम श्रेणी के रूप में (0 0.... 1) के रूप में संग्रहीत किया जाता है। स्केल किए गए चर को सूत्र

(4) का उपयोग करते हुए न्यूनतम-अधिकतम सामान्यीकरण विधि का उपयोग करते हुए पुनर्विकसित किया गया था, ताकि नमूनों में सांख्यिकीय वितरण (बाई एट अल।, 2011) का गुण हो।

$$\text{Normalized}(z_i^*) = \frac{Z_i - min(z)}{max(z) - min(z)}; \quad (4)$$

$$Z_i^* \in [0,1]$$

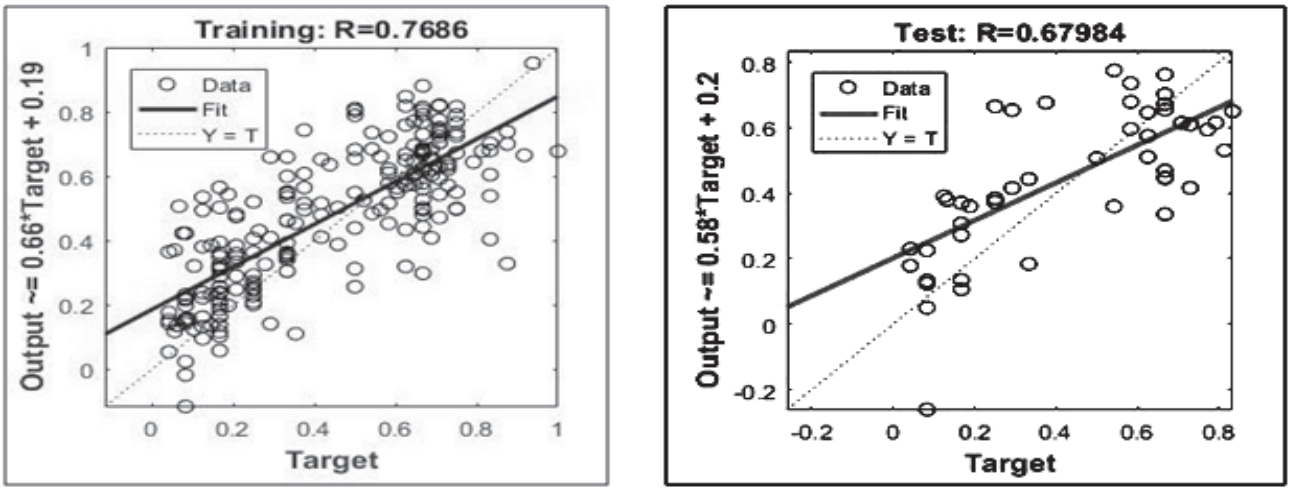
जहाँ, Z_i **कच्चे आँकड़े**

zi * सामान्यीकृत आँकड़े

इन दोनों के संयोजन को एक इनपुट और आउटपुट प्रशिक्षण डेटा के रूप में उपयोग किया गया है और नेटवर्क को न्यूरल नेटवर्क टूलबॉक्स MATLAB 2016 में लेवेनबर्ग-मार्क्वार्ड लर्निंग एल्गोरिदम का उपयोग करके प्रशिक्षित किया गया है। MLP नेटवर्क को त्रुटि सुधार सीखने के साथ प्रशिक्षित किया गया है। प्रारंभ में, 10 छिपे हुए न्यूरॉन्स को माना गया और 2 न्यूरॉन्स के चरण में वृद्धि हुई। जब त्रुटि एक स्वीकार्य सीमा तक पहुंच जाती है, तो प्रशिक्षण रोक दिया जाता है और अंतिम वजन डब्ल्यू पता चला है। अंत में, मॉडल स्थापित किया गया है।

परिणाम एवं विवेचना

इष्टतम तंत्रिका नेटवर्क जो उच्चतम नेटवर्क प्रदर्शन स्तर और न्यूनतम स्तर का औसत वर्ग त्रुटि (MSE) उत्पन्न करता है। जैसा कि पहले उल्लेख किया गया है, 10 प्रारंभिक छिपे हुए न्यूरॉन्स के साथ, 2 न्यूरॉन्स के चरण में समान वृद्धि हुई है। यह देखा गया है कि छिपे हुए न्यूरॉन्स की संख्या में वृद्धि के साथ, MSE अधिकतम 36 न्यूरॉन्स तक कम हो गया जिसके बाद यह फिर से बढ़ने लगा। इसलिए, 36 न्यूरॉन्स को वर्तमान अध्ययन में इनपुट और आउटपुट नोड्स के मानचित्रण के लिए इष्टतम पाया गया है और विश्लेषण में माना जाता है। 10 इनपुट न्यूरॉन्स, 36 छिपे हुए न्यूरॉन्स और 1 आउटपुट न्यूरॉन के साथ इष्टतम एनएन को एनएन के प्रशिक्षण और परीक्षण की पर्याप्तता की जांच करने के लिए उपयोग किया गया था। कुल 319 टिप्पणियों में से, 70% का उपयोग मॉडल विकास में किया गया और 30% को मॉडल परीक्षण के लिए माना गया। सारणी 4 विकसित एनएन मॉडल की विशेषताओं और प्रदर्शन को दर्शाता है। BPNN मॉडल प्रशिक्षण के लिए, लगभग 1000 पुनरावृत्तियों पर विचार किया गया था। प्रशिक्षण के अंत में, प्राप्त MSE 0.0290 था और परीक्षण डेटा के लिए 0.0387 था। अनुकूलित एनएन के लिए प्रशिक्षण और परीक्षण के दौरान विकसित मॉडल की सटीकता क्रमशः 77% और 68% थी जो अच्छे मॉडल फिटिंग (चित्र 3) को दर्शाती है।



चित्र 4 – एएनएन मॉडल फिटिंग

सारणी 4 – BPNN मॉडल के लक्षण और प्रदर्शन

ANN मॉडल	प्रशिक्षण	मान्यकरण	परिक्षण
इनपुट न्यूरॉन्स की संख्या	10		
छिपे हुए न्यूरॉन्स की संख्या	36		
आउटपुट न्यूरॉन्स की संख्या	1		
नमूने का आकार	223	48	48
प्रदर्शन	0.0290	0.0556	0.0387

निर्भर और स्वतंत्र संबंधों के बीच गैर-रैखिक जटिल संबंध का पता लगाने और कम औपचारिक सांख्यिकीय प्रशिक्षण के साथ प्रतिगमन समस्याओं को हल करने के लिए तंत्रिका नेटवर्क बहुत कुशल हैं। भले ही एएनएन का प्रदर्शन अवलोकित आउटपुट के सही आकलन के लिए अच्छा है, यह मॉडल आउटपुट और महत्व की व्याख्या के लिए उपलब्ध तरीकों की कमी से ग्रस्त है। ANN की ''ब्लैक बॉक्स" प्रकृति में, नेटवर्क लर्निंग के सभी ज्ञान को इसके संख्यात्मक कनेक्शन वज़न और पूर्वाग्रह मानों में निहित है। इसलिए, वर्तमान अध्ययन में, इनपुट चर के सापेक्ष महत्व को वज़न एल्गोरिद्म द्वारा सुझाए गए वज़न एल्गोरिद्म के विभाजन द्वारा पाया जाता है (गार्सन, 1991)। इस विधि में, प्रत्येक छिपे हुए आउटपुट न्यूरॉन के छिपे हुए कनेक्शन वज़न को प्रत्येक इनपुट न्यूरॉन से जुड़े घटकों में विभाजित किया जाता है। प्रत्येक इनपुट चर का महत्व सारणी 5 में दिखाया गया है।

सारणी 5 से, यह देखा जा सकता है कि कुल महत्व का लगभग 60 प्रतिशत समय सूचकांक और लागत सूचकांक द्वारा

सारणी 5 – इनपुट चर के सापेक्ष महत्व

स्वतंत्र चर महत्व	सामान्यीकृत महत्व	महत्व
लिंग	0.033	8.9%
उम्र	0.035	9.5%
व्यवसाय	0.064	17.4%
आय	0.047	12.6%
यात्रा का उद्देश्य	0.139	37.4%
दूरी	0.027	7.3%
समय सूचकांक	0.217	58.5%
लागत सूचकांक	0.371	100.0%
आराम का समय	0.029	7.9%
चलने का समय	0.039	10.4%

साझा किया गया है। यात्रा समय के बाद पार्किंग की मांग के लिए लागत सबसे महत्वपूर्ण कारक है। इसलिए, यह अनुमान लगाया जा सकता है कि निजी और वैकल्पिक मोड द्वारा यात्रा के समय और यात्रा की लागत पार्किंग की मांग पर महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। इसके अलावा, यात्र का उद्देश्य पार्किंग अवधि पर भी प्रभाव डालता है। प्रयोजन यात्रा सीधे पार्किंग अवधि से संबंधित है क्योंकि पार्किंग की अवधि आमतौर पर काम और व्यापार यात्र के लिए अधिक होगी और सर्वेक्षण के दौरान भी यही देखा गया है। कम समय अवधि के लिए शॉपिंग डिमांड पार्किंग स्पेस के लिए आने वाला एक व्यक्ति पिछले दो की तुलना में। पार्किंग की मांग में आय भी महत्वपूर्ण भूमिका

निभाती है। बेहतर आय समूह के लोग अधिक दैनिक पार्किंग शुल्क ले सकते हैं। इसलिए, बेहतर समूह वाले और काम के उद्देश्य से आने वाले पार्कर दूसरों की तुलना में लंबी अवधि के लिए पार्किंग की जगह की मांग करते हैं।

निष्कर्ष

इस अध्ययन में, आर्टिफिशियल न्यूरल नेटवर्क जैसे मशीन लर्निंग एल्गोरिद्म का उपयोग किसी व्यक्ति की सामाजिक आर्थिक और यात्रा विशेषताओं के समावेश के साथ पार्किंग की आवश्यक समय अवधि के लिए पार्किंग की मांग का अनुमान लगाने के लिए एक मॉडल को हल करने के लिए किया गया है। परिणाम बताते हैं कि एएनएन का प्रदर्शन अंशांकन और परीक्षण दोनों में बहुत बेहतर है और पार्किंग की मांग का पूर्वानुमान लगाने के लिए अच्छी भविष्यवाणी है। एएनएन इनपुट मापदंडों के सापेक्ष महत्व की बेहतर समझ देता है। यह देखा जाता है कि निजी वाहन द्वारा यात्रा के समय और लागत के साथ-साथ वैकल्पिक पारगमन यात्रा की अवधि के बाद पार्किंग अवधि के लिए महत्वपूर्ण पैरामीटर साबित होता है। यह सुरक्षित रूप से निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि इस पेपर में वर्णित कार्यप्रणाली इनपुट मापदंडों के अन्वेषणात्मक विश्लेषण और प्रारंभिक परीक्षा के लिए बहुत उपयोगी है।

संदर्भ

1. Ministry of Road Transport and Highways (MoRT&H), India. Open Government Data (OGD) Platform India (https://www.data.gov.in/) (Accessed on Nov. **6**(2018).
2. Parking Generation, 4th Edition: An ITE Informational Report 2010, Institute of Transportation Engineers.
3. Aderamo, A. & Salau, K, Parking patterns and problems in developing countries: A case from Ilorin, Nigeria, *African Journal of Engineering Research*, **1**(2013) 40-48.
4. Al-Masaeid, H, Al-Omari, B & Al-Harahsheh, A 1999. Vehicle parking demand for different land uses in Jordan. ITE Journal.
5. Al-Sahili, K & Hamadneh J, Establishing parking generation rates/models of selected land uses for Palestinian cities, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **91** (2016) 213-222.
6. Bai H, Liu X-X, Zhao Y-D & Song C-H Parking Demand Forecasting Model Based on Principal Component Analysis and BP Neural Network. *ICCTP 2011: Towards Sustainable Transportation Systems* (2011).
7. Chakrabarti S & Mazumder T Behavioral Characteristics of Car Parking Demand: A Case Study of Kolkata, *Institute of Town Planners, India Journal*, (2010) 7-4.
8. Das M D, Ahmed M A & Sen M S, On-street parking demand estimation model: A case study of Kolkata. 12th TPMDC-Transportation Planning and Implementation Methodologies for Developing Countries (2016).
9. Fiez T, Ratliff L J, Dowling C & Zhang B, Data Driven Spatio-Temporal Modeling of Parking Demand, *Annual American Control Conference (ACC), IEEE*, (2018) 2757-2762.
10. Garson G D Interpreting neural-network connection weights, *Artificial Intelligence Expert*, **6** (1991) 46-51.
11. Ghuzlan K A, Al-Omari B H & Khasawneh M A, Parking Demand for Residential Apartment Buildings in Jordan, Institute of Transportation Engineers, *ITE Journal*, **86**(2016) 32.
12. Hensher D A & King J, Parking demand and responsiveness to supply, pricing and location in the Sydney central business district, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **35**(2001) 177-196.
13. Hilvert O, Toledo T & Bekhor S, Framework and model for parking decisions, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2012) 30-38.
14. Hunt J D & Teply S, A nested logit model of parking location choice, *Transportation Research Part B: Methodological*, **27**(1993) 253-265.
15. Kefei Y, Parking Demand Forecasting Model[C]. Shenzhen International Conferences on City Static Transportation and Traffic Management (1994).
16. Lau W W, Poon P S, Tong C & Wong S The Hong Kong second parking demand study, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Transport*, Thomas Telford (ICE Publishing). The Journal's web site is located at http://www. transport-ice. com (2005).
17. Lim H, Williams G T, Abdelqader D, Amagliani J, Ling Z, Priester D W & Cherry C R, Alternative

Approach for Forecasting Parking Volumes, *Transportation Research Procedia*, **25**(2017) 4171-4184.

18. Mcguiness E & Mcneil S, Statistical models to predict commercial-and parking-space occupancy, *Journal of urban planning and development*, **117**(1991) 129-139.
19. Shen Q, Urban transportation in Shanghai, China: problems and planning implications. *International Journal of Urban and Regional Research*, **21** 1997) 589-606.
20. Shoup D C, Cruising for parking, *Transport Policy*, **13**(1997) 479-486.
21. Tiexin C, Miaomiao T & ZE M, The model of parking demand forecast for the urban CCD. *Energy Procedia*, **16**(2012) 1393-1400.
22. Tong C, Wong S & Lau W, A demand-supply equilibrium model for parking services in Hong Kong, *HKIE Transactions*, **11**(2013) 48-53.
23. Wong S, Tong C, Lam W C & Fung R Y, Development of parking demand models in Hong Kong, *Journal of Urban Planning and Development*, **126**(2000) 55-74.