

MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI

ȘCOALA DOCTORALĂ

DOMENIUL INGINERIE CIVILĂ ȘI INSTALAȚII

REZUMAT TEZĂ DE DOCTORAT



***CONTRIBUȚII PRIVIND UTILIZAREA REȚELELOR NEURONALE IN
INGINERIA DE TRAFIC***

Autor : ing. Mihai Alexandru Măleanu

Conducător științific : prof. univ. dr. ing. Carmen Răcănel

REZUMAT

Strategiile de transport la nivel european și mondial acordă o atenție mărită dezvoltării urbane durabile, inclusiv prin crearea unor sisteme de transport prietenoase cu mediul și promovarea unei mobilități urbane durabile. Analizele efectuate în cadrul planurilor de mobilitate urbană dovedesc faptul că aglomerările urbane duc la atingerea limitelor capacitaților de circulație actuale și influențează negativ asigurarea mobilității populației. Corelarea capacitaților de circulație cu mărimile fluxurilor rutiere presupune utilizarea unor metode adecvate de achiziție a datelor de trafic, prelucrare și interpretare acestora, pe cât posibil în timp real. Prin urmare, încă din etapa de planificare a investițiilor în infrastructuri de transport, este recomandată monitorizarea impactului pe care sistemele de dirijare ale traficului îl au asupra eficienței soluțiilor propuse pentru implementare.

Apariția în ultimii ani a procesoarelor cu putere mare calcul conectate la capacități de stocare ridicate, apariția rețelelor de comunicații mobile, rețelelor Wi-fi etc., au pus bazele folosirii pe scară largă a inteligenței artificiale, care, în zilele noastre, permite sortarea, clasificarea și analizarea unor cantități apreciabile de date, astfel încât să se obțină soluții optimizate sau chiar predicții cu un grad mare de acuratețe. Rezultă astfel actualitatea și necesitatea introducerii inteligenței artificiale pentru rezolvarea problemelor complexe de inginerie de trafic și mobilitate.

Una din posibilitățile de utilizare a inteligenței artificiale în domeniul transporturilor îl constituie folosirea rețelelor neuronale artificiale (RNA), care au capacitatea de a efectua operații în paralel, simulând creierul uman și salvând date datorită conexiunilor inter-neuronale.

Obiectul general al tezei doctorat îl reprezintă studierea și analiza posibilităților de folosire a rețelelor neuronale artificiale, în scopul îmbunătățirii condițiilor circulației rutiere. Principalele direcții de cercetare au constatat în stabilirea unei abordări metodologice pentru obținerea unor modele de trafic cu un grad ridicat de acuratețe. De asemenea, s-au avut în vedere stabilirea și optimizarea tipurilor și algoritmilor de instruire pentru rețelele neuronale, astfel încât să se elaboreze predicții aferente soluționării problemelor din cadrul ingineriei de trafic.

S-a propus realizarea (printr-un program în limbajul Matlab elaborat de autor) unor RNA, care să fie conectate la un program de simulare a traficului rutier, iar prin antrenarea acestora, în baza unor seturi de date atent selecționate, s-au realizat predicții și optimizări ale elementelor de control ale intersecțiilor semaforizate.

Teza de doctorat este structurată în șase capitole ce conțin 107 figuri și 80 tabele, completate de o bibliografie formată din 169 de lucrări științifice și 8 referințe din Internet.

Capitolul 1 INTRODUCERE conține o scurtă trecere în revistă a problematicii actuale a traficului rutier la nivel internațional, inclusiv din perspectiva utilizării RNA, precum și un scurt rezumat al principalelor capitole ale lucrării, prezentându-se direcțiile principale de cercetare.

Capitolul 2 MODELELE DE TRAFIC este dedicat în prima parte studiului bibliografic în care au fost tratate o serie de teme privind principalii parametri ai traficului rutier, iar în partea a doua se detaliază câteva elemente teoretice ce stau la baza modelelor de simulare la nivel microscopic și macroscopic. S-a pus accentul pe definirea principalilor factori care stau la baza calibrării și validării modelelor de trafic, dar totodată s-au analizat recomandările din literatura de

specialitate referitoare la cerințele fundamentale pentru obținerea unor modele de trafic care să reflecte cât mai exact realitatea din teren.

Capitolul 3 FOLOSIREA REȚELELOR NEURONALE ÎN CADRUL SIMULĂRILOR DE TRAFIC conține noțiuni teoretice ale arhitecturii rețelelor neuronale și caracteristici principalele ale acestora, precum și o scurtă trecere în revistă a metodelor de învățare pentru RNA-uri, punându-se accent pe cele cu învățare supervizată și prin întărire.

Capitolul 4 STUDII DE CAZ abordează două studii de caz reprezentative pentru subiectul tezei. Primul se referă la realizarea calibrării și validării unui model de trafic microscopic, folosind o serie de date colectate de pe teren din Municipiul Constanța. Sunt descriși principalii indicatori de performanță ai intersecțiilor analizate, atât în situația inițială, cât și după implementarea propunerilor de îmbunătățire urbanistică a arealului analizat. Al doilea studiu prezintă o abordare mult mai complexă. În baza datelor extrase din modelul de transport macroscopic al municipiului București, s-a trecut la o analiză microscopică a zonei centrale a acestui oraș. Pentru acest studiu s-a realizat în limbajul Matlab o rețea neuronală cu învățare prin supervizare. Pentru stimularea procesului de învățare a acestei RNA s-au selectat din totalitatea datelor de intrare pe care un model de trafic le are la dispoziție, parametrii care au cel mai mare grad de independență. În urma simulărilor s-a ajuns la o scădere a timpilor de călătorie și a cozilor de vehicule pe bulevardul Unirii și străzile adiacente acestuia.

Capitolul 5 CONTRIBUȚII TEORETICE ȘI APLICATIVE PRIVIND REALIZAREA STUDIILOR DE TRAFIC ȘI UTILIZAREA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE prezintă contribuțiile teoretice și aplicative în vederea elaborării studiilor de trafic și utilizarea RNA-urilor. A fost descrisă schema logică detaliată a etapelor de realizare a unui model de trafic și a fost detaliată elaborarea unei metodologii de lucru, prin care specialiștii în domeniu să poată identifica în mod cert etapele necesare în realizarea unor analize de trafic, care să ofere prognoze cu o acuratețe ridicată ale principalelor variabile critice (de trafic). S-a prezentat o metodologie de evaluare a nivelului de serviciu multimodal pentru transportul public, prin alocarea unui punctaj și a unei formule de integrare a acestui punctaj în clase de mărime ale nivelului de serviciu (notate cu litere de A la F), după modelul nivelelor de serviciu clasice. Totodată s-au pus bazele conceptelor teoretice aferente utilizării rețelelor neuronale artificiale pentru îmbunătățirea transportului în comun folosind nivelul de serviciu multimodal. În final s-a prezentat, printr-un studiu de caz, un exemplu de utilizare a rețelelor neuronale artificiale cu învățare aprofundată prin întărire, pentru optimizarea indicatorilor de performanță ai modelului de trafic, conectând un program de calcul specific (elaborat în limbajul Matlab), cu un program de simulare a traficului (VISSIM), care să permită un schimb de date prin intermediul unei interfețe COM.

Capitolul 6 CONCLUZII FINALE, CONTRIBUȚII ORIGINALE, DISEMINAREA INFORMAȚIILOR ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE sintetizează contribuțiile teoretice și aplicative ale autorului privind folosirea RNA în domeniul modelării de trafic, precum și propunerile privind abordări metodologice la realizarea modelelor de trafic. Este subliniat faptul că folosirea unei RNA poate să conducă, pentru intersecțiile dirijate, la îmbunătățirea indicatorilor de performanță cu valori între 12 – 20%. Adicional, în conformitate cu rezultatele obținute din studiul de la caz de la capitolul precedent, se arată că implementarea unei RNA la un grup de două intersecții generează beneficii economice anuale de peste 500 000 euro.