

Rezumat

Această teză de abilitare prezintă cele mai importante realizări științifice, profesionale și academice ale autorului ei, începând cu 29 mai 2015, când autorul și-a susținut teza de doctorat intitulată „Algoritmi de învățare pentru rețele neuronale Clifford”, la Universitatea Politehnica Timișoara.

În această perioadă, autorul a elaborat 29 de articole, toate în calitate de prim autor, dintre care 6 au fost articole de jurnal, publicate în jurnale academice cu un factor de impact mare și 23 au fost articole de conferință, publicate la conferințe de prim rang în domeniul inteligenței artificiale, mai precis al rețelelor neuronale. Autorul a fost, de asemenea, directorul a două proiecte de cercetare câștigate prin competiție.

Autorul și-a început cariera academică în octombrie 2015 ca asistent, apoi a promovat ca șef de lucrări în octombrie 2016, iar din octombrie 2019 este conferențiar la Departamentul de Calculatoare și Tehnologia Informației, la Universitatea Politehnica Timișoara. El a actualizat cursul și/sau laboratorul pentru 4 cursuri și a introdus 4 noi cursuri la Master of Machine Learning, pentru care este coordonatorul programului. De asemenea, a fost coordonatorul a peste 70 de teze de licență, peste 20 de teze de masterat și este membru al comisiei de îndrumare pentru 7 doctoranzi.

Toate aceste realizări sunt prezentate în detaliu în Capitolul 1 al tezei.

Cercetarea științifică a autorului a continuat în domeniul rețelelor neuronale cu valori complexe și hipercomplexe, extinzându-se de la rețelele neuronale feedforward discutate în teza de doctorat, la modele mai generale de rețele neuronale aparținând paradigmei de învățare profundă, cum ar fi rețelele neuronale convoluționale, stacked denoising autoencoders, deep belief networks, deep Boltzmann machines, și în special rețele neuronale recurente, mai precis rețele Hopfield și bidirectional associative memories, pentru care au fost studiate diferite proprietăți dinamice.

Capitolul 2 prezintă o continuare oarecum directă a muncii efectuate în teza de doctorat. Prezintă algoritmi de învățare pentru rețele neuronale cu valori cuaternionice, dar deduse într-un mod diferit de cel din teza de doctorat a autorului, utilizând calculul $\mathbb{H}\mathbb{R}$, recent introdus. Algoritmii discutați sunt: algoritmi gradient descent îmbunătățiți, algoritmi bazați pe gradienti conjugați, metoda gradientului conjugat scalat, metode de învățare cvasi-Newton și algoritmul de învățare Levenberg-Marquardt. Capitolul rezumă 5 articole de conferință și 1 articol de jurnal ale autorului.

Apoi, capitolul 3 este dedicat rezumării a 6 articole de conferință ale autorului și își propune să extindă algoritmii specifici învățării profunde la domeniul complex. Ca atare, sunt introduse rețele neuronale convoluționale cu valori complexe, o variantă bazată pe transformata Fourier și o variantă hibridă cu valori complexe și valori reale ale acestor rețele. Modelele clasice de învățare profundă stacked denoising autoencoders, deep belief networks și deep Boltzmann machines au fost extinse la domeniul complex.

Capitolele 4 și 5 se bazează fiecare pe câte 1 articol de jurnal al autorului și marchează tranziția către studiul proprietăților dinamice pentru rețele neuronale cu valori complexe și

hipercomplexe (mai exact, rețele neuronale cu valori cuaternionice în acest caz). Analiza proprietăților dinamice ale rețelelor neuronale este un domeniu de cercetare în sine, cu sute de articole care apar în fiecare an în acest domeniu. Extinderea la rețelele neuronale multidimensionale în acest domeniu este destul de recentă și a câștigat un interes crescând în ultimii ani.

Proprietățile dinamice ale rețelelor neuronale cu valori octonionice sunt discutate în capitolul 6, care se bazează pe 5 articole de conferință și 2 articole de jurnal ale autorului. Domeniul rețelelor neuronale cu valori octonionice a fost introdus de autor într-o lucrare rezumată în prima secțiune a capitolului 6. Apoi, autorul a introdus rețele Hopfield și bidirecțional asociative memories cu valori octonionice, care fac obiectul următoarelor două secțiuni. Proprietățile de stabilitate asimptotică și exponențială ale rețelelor neuronale Hopfield cu valori octonionice cu diferite tipuri de întârzieri sunt discutate în restul capitolului.

Rețelele neuronale cu valori matriciale au fost, de asemenea, introduse de autor în teza sa de doctorat. Capitolul 7 prezintă variantele Hopfield și bidirecțional asociative memory ale acestor rețele, pentru care au fost analizate proprietățile de stabilitate asimptotică și exponențială și de disipativitate. Conținutul capitolului se bazează pe 7 articole de conferință și 1 articol de jurnal ale autorului. Un tip special de rețele neuronale cu valori matriciale, rețelele neuronale cu valori în algebre Lie, au fost, de asemenea, formulate pentru prima dată de către autor. Astfel, ultima secțiune a capitolului introduce rețele Hopfield și bidirecțional asociative memories cu valori în algebre Lie.

În cele din urmă, teza se încheie cu capitolul 8, care schițează planurile de lucru științifice, profesionale și academice viitoare ale autorului.