کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی(ANN) در پژوهش‌های نوروپسیکولوژیک

دکتر کاظم رسول‌زاده طباطبایی*، روح الله عباسی، زهرا عباسی*****

خلاصه

طی دهه‌های اخیر به دلیل پویایی مطالعات مرتبط با روان‌شناسی، شاهد رشد گرایش روز افزون به کاربرد سیستم‌های هوشمند در حلّ مسایلی هستیم که اصولاً یا راه حلّ معیّنی ندارند و یا به راحتی قابل حل نیستند. حضور و تأثیر پارامترهای متعدّد در برخی فرایندها و نیز وجود روابط کاملاً غیرخطی میان آنها، بر پیچیدگی کار می افزایند. سیستم‌های هوشمند از چندین مؤلفه تشکیل شده اند که از مهمترین آنها «شبکه‌های عصبی مصنوعی» (ANN) است. به طور کلّی شبکه عصبی مصنوعی ابزاری متشکل از پردازشگرهای ساده است که با الهام از عملکرد مغز انسان و بر اساس نظریه‌های روان‌شناسی در خصوص فرایندهای مغزی یادگیری، به کمک رایانه طراحی شده است. در سال‌های اخیر پژوهش‌های متنوعی با استفاده از الگوی شبکه‌های عصبی در حوزه‌های مختلف علوم رفتاری صورت گرفته و در این مطالعات از قابلیّت‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش بینی و تبیین پدیده‌ها استفاده شده است. پژوهشگرانی که به بررسی و مطالعه در روان‌شناسی و به طور خاص در نوروپسیکولوژی پرداخته‌اند، معتقدند تحلیل‌های به دست آمده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) بر اساس قابلیّت‌هایی نظیر پویایی و محاسبات غیرخطی، تحوّل بزرگی در تبیین پدیده‌ها ایجاد نموده است. در این مقاله به بررسی این موضوع پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی: شبکه‌های عصبی مصنوعی(ANN)، مغز، کامپیوتر.

مقدّمه

* دانشیار گروه روان‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران

** کارشناسی ارشد روان‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران

*** کارشناسی ارشد ژنتیک، دانشگاه OSMANIA ، هند

Archive of SID

www.SID.ir

به منظور پژوهش در حوزه‌های مرتبط با روان‌شناسی (از جمله نوروپسیکولوژی)، روش‌های متداولی مطرح بوده که طی دهه‌های اخیر نیز توسعه یافته است. پویایی در حیطه‌های مختلف مرتبط با روان‌شناسی (چارتر و همکاران، ۲۰۰۷) از یک سو و وجود برخی روابط پیچیده غیرخطی بین پدیده‌های مورد مطالعه در این حوزه از سوی دیگر، لزوم استفاده از روش‌های توانمندتر جهت دست‌یابی به اطّلاعات نهفته در درون داده‌ها را مورد تأکید قرار می دهد.

مبنای پدیدآیی سیستم‌های هوشمند، استفاده از دانش نهفته در داده‌ها، تلاش برای استخراج روابط ذاتی بین آنها و تعمیم آن در موقعیّت‌های دیگر است. این سیستم‌ها از چندین مؤلفه تشکیل شده اند که مهمترین آنها عبارتند از منطق فازی، الگوریتم ژنتیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی (منهاج، ۱۳۷۹).

شبکه عصبی مصنوعی چیست؟

به طور کلّی شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) الگوهای ریاضی هستند که از مجموعه‌ای از واحدهای محاسباتی ساده تشکیل شده و به وسیلهٔ سیستمی از ارتباطات درونی پیوند خورده‌اند (بیگلریان، ۱۳۷۹). در مغز انسان وجود پردازش موازی موجب شکل‌گیری دانش جدید بر مبنای آموخته‌های گذشته می شود. از این رو پژوهشگران و دست اندرکاران هوش مصنوعی[۱] سعی نموده‌اند به کمک رایانه الگویی ایجاد نمایند که قادر باشد یاد بگیرد، به یاد آورد و با بهینه سازی، خطاهای خود را اصلاح نماید؛ به همان روشی که مغز عمل می‌کند (هایکین، ۱۹۹۸).

به طور منطقی می‌توان انتظار داشت که سیستم‌هایی با ساختار مشابه، عملکرد مشابهی داشته باشند (بیل و جکسون، ۱۳۸۶). در انسان طی یک نظام سلسله مراتبی (پیاپی[۲])، مُحرّک‌های متعدّد به نقاط خاصّی در مغز ارسال می‌گردند و فرایندهایی مانند احساس، ادراک و یادآوری به وقوع می‌پیوندند. همچنین دانش لازم برای حلّ مسأله از منابع و قسمت‌های متفاوتی در مغز می آیند و هر یک نقش خاصّ خود را در تهیّه خروجی نهایی ایفا می کند. در مغز، سرعت عامل تعیین کننده نیست و موازی بودن[۳] واجد اهمیّت است .مغز انسان در طول فرایند تکامل خود به‌خوبی برای این کار مهیّا گردیده است. پردازش موازی به مغز این امکان را می دهد که دانش موجود در آن همواره در دسترس باشد. با وجود این نظام‌های مغزی

---

[۱] Artificial intelligence

[۲] Serial

[۳] parallel

Archive of SID

www.SID.ir

انسان هم به صورت سلسله مراتبی و هم به صورت موازی سازمان یافته اند (کلب و ویشاو، ۲۰۰۱؛ به نقل از علی پور، ۱۳۸۴).

امّا کامپیوترها از نظر ساختاری بسیار متفاوتند. در این جا به جای استفاده از میلیون‌ها واحد پردازش اطّلاعات نسبتاً کُند و متّصل به یکدیگر (مانند سیستم عصبی زیستی)، از یک یا چند واحد پردازش بسیار سریع با کارکرد پیاپی استفاده شده است. این توانایی و سرعت، کامپیوترها را در انجام عملیّات ساده و تکراری مانند جمع اعداد، بسیار کارآمد می کند ولی آنها را در انجام عملیّاتی که نیاز به پردازش انواع مختلفی از داده‌ها به صورت موازی دارند، ناتوان می سازد (بیل و جکسون، ۱۳۸۶).

پیش‌زمینه‌های شبکه‌های عصبی را می توان مربوط به اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم و در مطالعات روان‌شناسان و نوروفیزیولوژیست[۱] هایی چون ویلیام جیمز[۲]، هرمان فون‌هلم‌هولتز[۳] و ایوان پاولف[۴] دانست. این کارهای اوّلیه عموماً نظریه‌های کلّی دربارهٔ نحوهٔ عملکرد مغز و فرایندهای یادگیری، بینایی و شرطی سازی بوده و اصولاً به الگوهای ریاضی اشاره نداشته‌اند (زاکنیچ، ۲۰۰۳). با ظهور کامپیوتر پژوهش‌های بسیاری برای استفاده از آن در شبیه سازی مغز انسان انجام شد (فریمن و اسکاپرا، ۱۹۹۱). در حوزه نظری الگوی دوگانه حافظه دونالد هب[۵] (۱۹۴۹) سرآغازی بر گسترش شبکه‌های عصبی محسوب می شود. او عمل شرطی سازی کلاسیک را به عنوان خواص نورون‌ها معرفی نمود و سپس سازوکاری جهت یادگیری نورون‌های زیستی ارایه داد. «قانون یادگیری هب[۶]» در واقع از اوّلین قوانین شبکه عصبی مصنوعی بوده و پایه تمام قوانین پیچیده شبکه‌ها محسوب می شود. طبق این قانون، در اثر تغییر متابولیکی ناشی از تحریک مداوم و متناوب میان نورون‌ها، تغییرات ساختاری بلند مدّتی در سیناپس‌ها ایجاد می‌شود که وقوع الگوی فعالیّتی مشابهی را تسهیل می‌نماید (کروس و اسمت، ۱۹۹۶؛ علی پور، ۱۳۸۴). این ویژگی در ANN شبیه‌سازی شده

---

[۱] Neuro-physiologist

[۲] William James

[۳] Hermann Van Helmholtz

[۴] Ivan Pavlov

[۵] Donald Hebb

[۶] Hebian learning rule

Archive of SID

www.SID.ir

است. در شبکه عصبی مصنوعی «آموزش» به معنای فرایند تغییر وزن‌ها تا به دست آوردن خروجی مطلوب و «یادگیری» به‌معنای مرحله نهایی و اتمام آموزش و تثبیت وزن‌های سیناپسی است. ضمناً مفهوم «حافظه» در شبکه معادل مقادیر اتّصال موجود بین نورون‌ها است (بیل و جکسون، ۱۳۸۶؛ کروس و اسمت، ۱۹۹۶؛ فریمن و اسکاپرا، ۱۹۹۱). پس از ارایه سازوکار یادگیری نورون‌های زیستی از سوی هب، نخستین کاربردهای عملی شبکه‌های عصبی مطرح شد (زاکنیچ، ۲۰۰۳). برخی از ویژگی‌های منحصر به فرد شبکه‌های عصبی مصنوعی از قبیل قابلیّت یادگیری، قابلیّت تعمیم (فرایند درون یابی[۱])، پردازش موازی[۲] و مقاوم بودن[۳] (تحمّل پذیری خطاها) موجب کاربردهای گستردهٔ آن در حوزه‌های مختلف شده است (منهاج، ۱۳۷۹). همچنین باید به یاد داشت که شبکه‌های عصبی بر اساس سه ویژگی از هم متمایز می شوند : الگوی نورون به کار گرفته شده، ساختار[۴] و قاعده یادگیری.

کاربرد شبکه‌های عصبی در پژوهش‌های روان‌شناختی

روند گسترش و طراحی شبکه‌های پیشرفته‌تر همچنان ادامه دارد و شاهد پیدایش نسل جدیدی از شبکه‌های عصبی تحت عنوان شبکه‌های نوروگلیای مصنوعی[۵] (ANGN) هستیم (ربونل و درادو، ۲۰۰۶). امروزه شبکه‌های عصبی کاربردهای گسترده‌ای در صنعت، تجارت و سایر زمینه‌های زندگی بشر یافته اند. بسیاری از دانشگاه‌ها در دانشکده‌های روان‌شناسی، فیزیک و علوم کامپیوتر خود، کرسی شبکه عصبی مصنوعی دایر نموده‌اند (کروس و اسمت، ۱۹۹۶). به نظر می رسد در این مسأله که این شبکه‌های عصبی مصنوعی در آینده جایگاه مهمتری خواهند داشت، تردید نیست.

در حیطه‌های مختلف مرتبط با روان‌شناسی از جمله علوم عصب شناسی، روان‌شناسی شناختی و روان‌شناسی تحوّلی، شاهد پویایی در پدیده‌ها و نیز وجود روابط غیرخطی بین آنها هستیم (چارتر و همکاران، ۲۰۰۷) و این امر لزوم استفاده از روش‌های آماری توانمندتر را جهت بررسی داده‌های نامتقارن و غیرخطی مورد تأکید قرار می دهد. در سال‌های اخیر پژوهش‌های متنوعی با استفاده از الگوی شبکه‌های عصبی در حوزه‌های مختلف علوم رفتاری

---

[۱] Interpolation

[۲] Parallel processing

[۳] Robustness

[۴] Topology

[۵] Artificial Neuroglial Networks

Archive of SID

www.SID.ir

صورت گرفته است و در این مطالعات از قابلیّت‌های متعدّد شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش بینی و تبیین پدیده‌ها استفاده شده است. کارسون و همکاران (۱۹۹۸) دلیل استفاده از شبکه عصبی (ANN) در پژوهش‌های روان‌شناختی را توانایی دسته بندی و انجام عملیّات روی داده‌های پراکنده عنوان می کنند.

داوسون و همکاران(۱۹۹۴) با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی به پیش بینی و تشخیص بیماری آلزایمر پرداختند. آنها با استفاده از تکنیک موضع نگاری با نشر تک فوتون[۱] (SPET) عملکرد مغزی ۹۷ بیمار را که به عنوان مبتلایان به آلزایمر شناخته شده بودند با ۶۴ فرد عادی مورد مقایسه قرار دادند. در تکنیک SPET نوعی گلوکر رادیواکتیو (مثل فلورودی‌اکسی گلوکز) به جریان خون تزریق شده و نواحی بیشتر فعّال در زمان موضع نگاری را مشخّص می کنند. آنها ابتدا اطّلاعات به دست آمده از ۱۴ نقطه مغز را با استفاده از رگرسیون چندگانه مورد تحلیل قرار دادند. امّا این الگو با به کارگیری اطّلاعات این مناطق تنها قادر بود ۳۳/۵٪ از تغییرات را تبیین کند؛ در حالی که شبکه عصبی به واسطه ویژگی پردازش موازی و غیرخطی می‌تواند بیش از ۹۵٪ از تغییرات داده‌ها را پیش بینی نماید. برخی از پژوهشگران بر نقش مؤثّر الگوی شبکه عصبی به عنوان پیش بینی کننده‌ای معتبر در راهنمایی روان‌پزشکان برای تعیین درمان دارویی مناسب، تأکید می‌کنند. بررسی‌های پالوتی و همکاران (۲۰۰۵) حکایت از این دارد که الگوی شبکه عصبی قادر است به عنوان یک ابزار، درمان‌گر را در اتّخاذ روش درمانی مناسب یاری رساند. این روان‌پزشکان در پژوهش خود توانستند ANN را به گونه ای آموزش دهند تا با دقّت ۹۷/۱۲٪ پیش بینی کند انتخاب کدام دارو برای بهبود و درمان یک بیمار موفق یا ناموفق خواهد بود. سرتی و همکاران (۲۰۰۷) نیز معتقدند شبکه‌های عصبی می توانند به عنوان ابزاری در تشخیص بیماری‌های روانی و داروشناسی روانی به کار روند. آنها ضمن مطالعه روی عده ای از بیماران مبتلا به اختلال های خلقی؛ از شبکه عصبی مصنوعی در پیش بینی و تشخیص بیماران افسرده استفاده نمودند و وجود تفاوت معنادار میان این الگو و روش سنّتی رگرسیون در داروشناسی روانی را گزارش کردند.

لایبرز و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از الگوی شبکه عصبی مصنوعی به بررسی رابطه بین واکنش‌های روانی- جسمانی مراجعان و فرایند درمان آنها در جلسه های درمانی مبتنی بر رویکرد روان پویشی پرداخته اند. آنها در مطالعه‌ای موردی و با کمک یک شبکه عصبی بدون

---

[۱] Single-Photon Emission Tomography

Archive of SID

www.SID.ir

سرپرست توانستند روند فراز و فرود تغییرات روانی- جسمانی بیمار و درمان‌گر را در طی جلسه های درمانی بیابند. هالنر و هزنبرینگ (۲۰۰۴) در پژوهشی طولی به منظور شناسایی و دسته بندی عوامل روان‌شناختی احتمالی[۱] مؤثّر نظیر خلق افسرده و راهبردهای تطابق ناسازگارانه[۲] بر دردهای جسمانی، با استفاده از ANN توانستند بیماران را بر حسب شدّت بیماری به چند گروه کلّی طبقه بندی کنند. در این پژوهش عوامل روان‌شناختی احتمالی به عنوان ورودی شبکه و شدّت بیماری به عنوان خروجی طرح ریزی شده اند. با استفاده از این روش درمان‌گر قادر است با توجّه پیش بینی شبکه عصبی در مورد نوع و شدّت عوامل روانی دخیل، تدابیر لازم را در خصوص نحوه درمان اتّخاذ نماید.

از سوی دیگر، روان‌شناسی تطبیقی مصنوعی[۳] در گسترش و رفع موانع موجود در توسعه سیستم‌های پویای مبتنی بر شبکه‌های عصبی، به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد. در همین رابطه، وُرد و وُرد (۲۰۰۶) با توجّه به نظریه های مربوط به سازوکار حلّ تعارض‌های شناختی در انسان، به مطالعه در خصوص تعارض‌های شناختی موجود در عملکرد شبکه‌های عصبی از قبیل نحوه عمل به تکالیف دارای هدف دوگانه[۴] پرداختند. چارتر و همکاران (۲۰۰۷) که به مطالعه نظریه‌های مختلف در خصوص نحوه عملکرد حافظه انسان پرداخته اند، معتقدند با استفاده از تحلیل‌های به دست آمده به وسیلهٔ شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) و بر اساس قابلیّت پویایی، محاسبات غیرخطی و عملکرد فضایی نامتقارن[۵] آن، می توان شکافی را که میان الگوی عصبی (زیستی) و الگوی رفتاری حافظه انسان وجود دارد، تبیین نمود.

منابع

- بیگلریان، اکبر (۱۳۷۹). الگوی شبکه‌های عصبی مصنوعی و کاربرد آن در پیش بینی مرگ و میر بعد از جراحی قلب باز. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

- بیل، راسل و جکسون، تام (۱۹۹۸). آشنایی با شبکه‌های عصبی، مترجم محمود البرزی. چاپ دوم. تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف. ۱۳۸۶.

---

[۱] Psychosocial risk factors

[۲] Maladaptive coping strategies

[۳] Artificial comparative psychology

[۴] dual-target

[۵] Spatiotemporal chaotic

Archive of SID

www.SID.ir

– علی‌پـور، احمـد (۱۳۸۴). مقـدّمات نوروپـسیکولوژی. چـاپ اوّل. تهـران، انتـشارات دانشگاه پیام نور.

– منهاج، محمّدباقر (۱۳۷۹). هوش محاسباتی، مبانی شبکه‌های عصبی. تهران، مرکز نشر دانشگاه امیرکبیر.

– Carson, A.D. & Bizot, E.B. & Hendershot, P.E. & Barton, M.G. & Garvin, M.K. and Kraemer, B. (۱۹۹۸) – Modeling Career Counselor Decisions with Artificial Neural Networks: Predictions of Fit across a Comprehensive Occupational Map - Journal of Vocational Behavior, vol.۵۴, p.۱۹۶–۲۱۳

– Chartier,S. & Renaud,P. and Boukaoum,M.(۲۰۰۷) – A nonlinear dynamic artificial neural network model of memory – New Ideas in Psychology – Article in press

- Dawson, M.R.W. & Dobbs, A. & Hooper, A.J.B. & Triscott, J. and Cooney, J.(۱۹۹۴) - Artificial Neural Networks that use Single-Photon Emission Tomography to identify patients with probable Alzheimer's disease– European Journal of Nuclear Medicine, vol.۲۱, p. ۱۳۰۳–۱۳۱۱.

- Freeman, J. A. and. Skapura, D.M. (۱۹۹۱) - Neural networks : algorithms, applications, and programming techniques – Massachusetts : Addison_Wesley Publishing Company.

- Hallner, D. and Hasenbring, M. (۲۰۰۴) – Classification of psychosocial risk factors (yellow flags) for the development of chronic low back and leg pain using artificial neural network – Neuroscience letters , vol.۳۶۱ , p. ۱۵۱–۱۵۴.

- Haykin, S. (۱۹۹۸) - Neural Networks: A Comprehensive Foundation, ۲nd ed. New York: Macmillan College Publishing.

- Krose, B. and Smagt, P. (۱۹۹۶) – An introduction to neural networks – The University of Amsterdam.

- Liebers,T. & Bergmann.B and Geyer.M. (۲۰۰۷) - Investigation of physiological interactions between patient and therapist during a psychodynamic therapy and their relation to speech using in terms of entropy analysis using a neural network approach – New Ideas in Psychology – Article in press.

Archive of SID

www.SID.ir

- Politi, E. & Franchini, L. & Spagnolo, C. & Smeraldi, E. and Bellodi, L. (۲۰۰۵) – Supporting tools in psychiatric treatment decision-making: Sertraline outcome investigation with artificial neural network method – psychiatry Research , vol.۱۳۴ – p.۱۸۱–۱۸۹.

- Rabunal, J. and Dorado, J. (۲۰۰۶) – Artificial Neural Networks in Real Life Applications –Hershey: Idea Group publishing.

- Serretti, A. &Olgiati, P. &Liebman, M.& Hu, H.& Zhang, Y.& Zanardi, R.& Colombo, C. and Smeraldi, E. (۲۰۰۷) – Clinical prediction of antidepressant response in mood disorders: Linear multivariate vs. neural network models – psychology Research , vol. ۱۷۲ , p.۲۲۳–۲۳۱.

- Ward, R. and Ward, R. (۲۰۰۶) – Cognitive conflict without explicit conflict monitoring in a dynamical agent - **Neural Networks** – vol. ۱۹, P. ۱۴۳۰–۱۴۳۶

- Zaknich, A. (۲۰۰۳) - Neural Networks for Intelligent Signal Processing –New Jersey: World Scientific publishing.

Archive of SID

www.SID.ir