



تفکیک ستاره از کهکشان با استفاده از پارامتر انتقال به سرخ اجرام

در شبکه عصبی چند لایه پرسپترون MLP

محسن عمانی زیارتی^۱، پویا درخشان برجوتی^۲، اسدله صفایی^۳

^۱دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس

^۲دانشگاه آزاد اسلامی واحد نائین اصفهان-دانشکده مهندسی برق

^۳دانشگاه کاشان-دانشکده فیزیک

چکیده

هیدروژن فراوان‌ترین عنصر در جهان است و در طیف اکثر اجرام وجود دارد، برای مطالعه تصاویر آسمان، می‌توان با بررسی خطوط طیفی این عنصر، نوع جرم هدف، بسته به ستاره یا کهکشان بودن آن را تشخیص داد. از طرفی امروزه شبکه‌های عصبی مصنوعی در دنیای تحقیقات کامپیوتری به دلیل توانایی بالا در تحلیل داده‌های با حجم زیاد در زمانی کوتاه، به محققین و دانشمندان کمک شایانی کرده است. [۱] ما در این پژوهش با طراحی و تولید یک شبکه عصبی چندلایه پرسپترون (MLP) در فضای نرم‌افزار MATLAB و آموختن معیارها و روش‌های آنالیز واریانس و استفاده از مولفه انتقال به سرخ موجود در طیف اجرام به نسبت طول موج‌های هیدروژن در طیف مبنای این عنصر، تفکیکی بین ستارگان و کهکشان‌ها را انجام داده‌ایم. [۴]

مقدمه

امروزه هوش مصنوعی بخشی کارآمد و مناسب در انجام پروژه‌های پیچیده علمی به حساب می‌آید و محققان علوم مختلف با شناخت و بکارگیری آن در تخصص‌های خود نتایج کار خود را بهبود بخشیده‌اند. انواع روش‌های هوش مصنوعی و به خصوص شبکه‌های عصبی مصنوعی در بالا بردن دقت، سرعت محاسبات پیچیده و کاهش خطا در نتایج بدست آمده، به کیهان‌شناسان در شناخت اجرام و تفکیک انواع مختلف آنها از یکدیگر کمک زیادی کرده است. انتخاب پارامترهای مناسب و مؤثر در این فرایند بسیار مهم است، تا جایی که انتخاب درست این پارامترها در بهینه کردن روش‌های مورد استفاده پیشین بهبود قابل توجهی را در پی داشته است. [۲] شبکه عصبی مصنوعی چند لایه پرسپترون (MLP) توانایی بالایی در تحلیل داده‌های با حجم زیاد را در زمانی اندک دارد و می‌تواند محاسبات پیچیده را با دقت و سرعت بالا با حداقل خطا انجام دهد. ورودی‌های این شبکه داده‌های خامی است که از تحلیل نمودارهای طیفی اجرام مورد نظر بدست می‌آید. در لایه‌های میانی عمل تحلیل و بهینه‌سازی انجام می‌شود. گره‌های موجود در لایه‌های میانی اتصال‌هایی با گره‌های لایه ورودی و خروجی دارند که هر کدام از این اتصال‌ها دارای یک وزن (w) است که مستقیماً با تابع فعال‌ساز شبکه در ارتباط است. لایه خروجی تنها یک گره دارد، به عبارتی ساده‌تر شبکه یک خروجی دارد که شامل موارد تفکیک شده ستاره از کهکشان‌ها است. [۵]

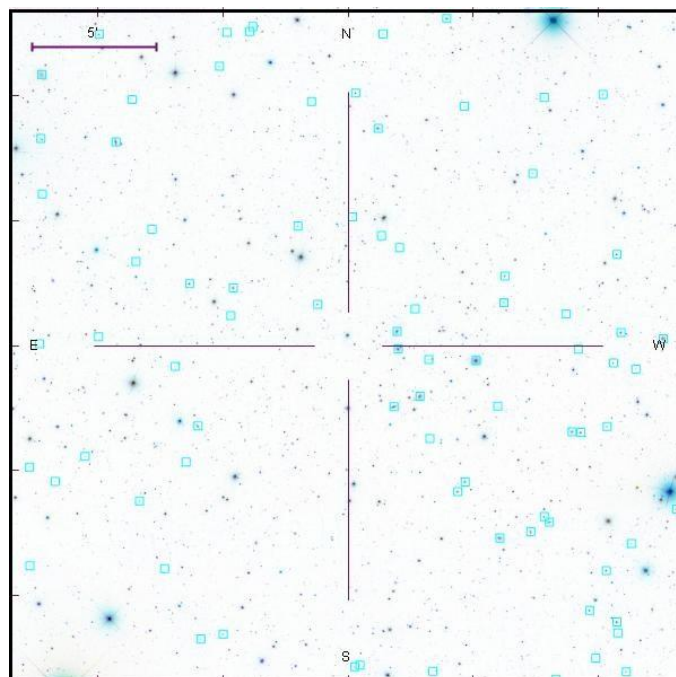
تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این کار از تصاویر پروژه SDSS با مختصات آسمانی دقیق بُعد ۲۴۴/۸۷۵۹۳۹۰۷۱۹۵۲۰۵ و میل ۰/۷۶۹۱۳۳۴۴۶۳۰۲۵۹۲ همراه با نمودارهای طیفی APOGEE Spectra اجرام برای تشخیص نوع اجرام موجود





استفاده شده است. پارامتر مورد نظر برای تشخیص اجرام، میزان انتقال به سرخ خطوط طیفی جذبی بالمر عنصر هیدروژن در نمودارها است که به نسبت جابجایی این خطوط با مبنای خطوط هیدروژن در نظر گرفته شده است که خطوط طیف هیدروژن در ترازهای $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$ و $H\delta$ مورد تحلیل و بررسی قرار می‌دهد.



شکل ۱ - تصویر منطقه آسمان مورد مطالعه از داده‌های SDSS

پیش پردازش بر روی داده‌ها، شامل مراحل برای شناخت داده‌های اصلی و آماده‌سازی داده‌ها برای آموزش به شبکه عصبی مصنوعی، کم حجم کردن داده‌ها با استفاده از روش PCA و تقسیم داده‌ها به چهار بخش (شامل چهار تراز هیدروژن) برای اعمال به شبکه است. ابتدا داده‌های نمودار طیفی هر جرم به شبکه اعمال می‌شود تا از هر نمودار داده‌های مورد نظر استخراج و به شبکه آموزش داده شود. پس از یادگیری شبکه، مرحله PCA بر روی داده‌ها انجام می‌شود که باعث کم حجم کردن داده‌ها و موجب بهینه‌سازی فرآیند پردازش اصلی می‌گردد. [۵]

پردازش داده‌ها در لایه‌های میانی شبکه عصبی انجام می‌شود. داده‌ها در هر چهار قسمت مجزا مورد پردازش قرار می‌گیرد و در این مرحله با مشخص بودن متغیرهای شبکه جهت تعیین وزن‌های مناسب اتصال‌ها و بهترین حالت چیدمان آنها برای آنالیز داده‌ها و همچنین تعریف معیار نجومی انتقال به سرخ در نتایج بدست آمده به گام اصلی پردازش یعنی آنالیز واریانس مناسب مربوط به داده‌ها و تحلیل و در نهایت تفکیک آنها می‌رسیم. تعیین وزن‌های مناسب و در ادامه آن آنالیز صحیح واریانس و یافتن روابط ریاضی مناسب در شبکه و اعمال تجزیه و تحلیل بروی داده‌ها به جزء بدست آمدن نتایج مطلوب و نرمال سازی نتایج، درصد خطاهای تفکیک را می‌تواند تا حد زیادی کاهش دهد. [۳]

این رابطه آنالیز واریانس داده‌ها بصورت زیر در شبکه اعمال شده است:

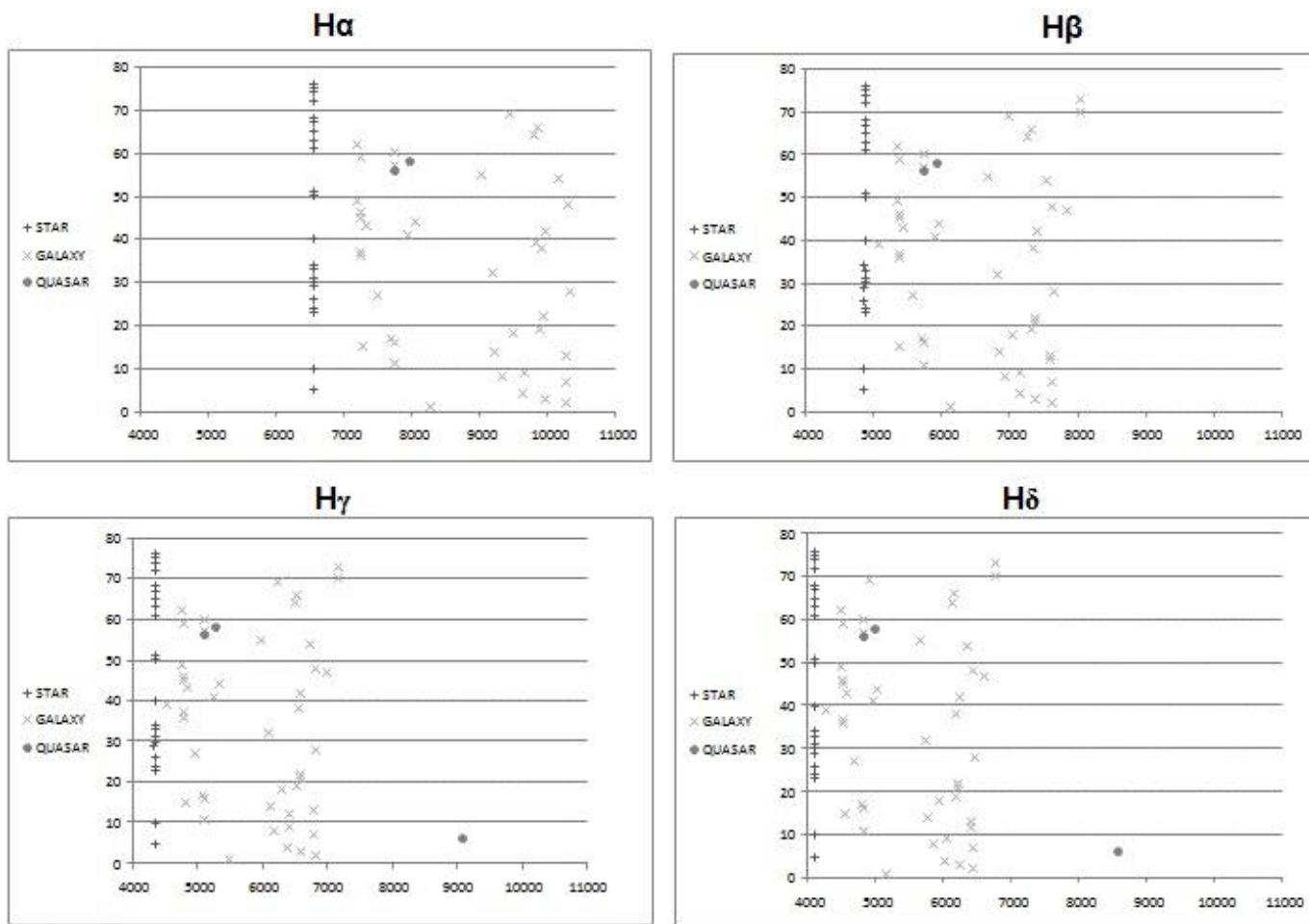
$$e_{ji}^{(t)} = x_i^{(t)} - \sum_{i=1}^{i(j)} y_i^{(t)} w_{ji}^{(t)} \quad (1)$$

$$w_{ji}^{(t+1)} = w_{ji}^{(t)} + \mu g(y_j^{(t)}) e_{ji}^{(t)} \quad (2)$$





پس از انجام این مراحل داده‌هایی برای خروجی شبکه مشخص می‌گردد. ورودی شبکه عصبی مصنوعی در این کار نمودار طیفی ۷۶ جرم از قسمت ذکر شده از آسمان است. تعیین وزن مناسب اتصالات بین گره‌ها و فرمول و آنالیز مناسب در حوزه انتقال به سرخ عنصر هیدروژن طیف اجرام در لایه‌های میانی شبکه انجام شده و نتایج آن برای ترازهای چهارگانه هیدروژن به عنوان هدف کار در قالب چهار نمودار تعیین گردیده است.



شکل ۲- میزان انتقال به سرخ خطوط طیفی هیدروژن در ترازهای H α , H β , H γ و H δ

نتیجه گیری

پس از استخراج داده‌ها پیش از خروجی نهایی، شبکه میزان انتقال به سرخ هر یک از داده‌ها را به نسبت مقدار طول موج تراز مبنای همتای آن داده مقایسه می‌کند. برای نمونه شبکه، داده‌ای که برای تراز آلفا هیدروژن یک جرم محاسبه شده را با مقدار مبنای آلفا هیدروژن از قبل تعریف شده آن مقایسه می‌کند و در صورتی که در بازه بخصوص ستاره قرار داشته باشد به آن مقدار صفر می‌دهد و در صورتی که به بازه کهکشان‌ها تعلق داشته باشد به آن مقدار یک می‌دهد. به عبارتی دیگر میزان انتقال به سرخ هیدروژن ستاره‌ها را با کهکشان‌ها و کوازارها مقایسه می‌کند.





نتیجه طراحی شبکه عصبی همراه با تغییر وزن اتصالات و نحوه محاسبات معادله واریانس اعمال شده به شرح جدول زیر است:

جدول ۱- میزان بازه انتقال به سرخ ستاره، کهکشان و کوازار ترازهای چهارگانه عنصر هیدروژن

خط طیفی بالمر در هیدروژن	طول موج مبنی $\lambda \text{Å}$	ستاره $\Delta \lambda \text{Å}$	کهکشان $\Delta \lambda \text{Å}$	کوازار $\Delta \lambda \text{Å}$
H α	۶۵۶۳	-۷ ~ +۷	-۶۴۳ ~ +۳۷۷۳	-۱۱۹۳ ~ +۱۴۲۱
H β	۴۸۶۱	-۲ ~ +۸	-۲۰۸ ~ +۸۰۳۱	-۸۸۳ ~ +۱۰۲۱
H γ	۴۳۴۰	-۲ ~ +۴	-۱۷۹ ~ +۲۸۳۲	-۷۸۵ ~ +۴۷۴۱
H δ	۴۱۰۲	-۴ ~ +۱۱	-۱۷۹ ~ -۲۶۸۷	-۴۸۵۰ ~ +۴۴۸۶

از جدول فوق می‌توان نتیجه گرفت که میزان انتقال به سرخ ستارگان بسیار کم و در حد چند آنگستروم است اما مقدار انتقال به سرخ کهکشان‌ها در حد چند صد تا چند هزار آنگستروم در ترازهای مختلف هیدروژن می‌باشد. همچنین میزان انتقال به سرخ کوازارها نیز در بازه‌های چند صد تا چند هزار است اما تفاوتی که بین انتقال به سرخ کهکشان‌ها و کوازارها مشهود است در منظم بودن سیر کاهشی (پس از مرتب‌سازی کاهشی) مقدار انتقال به سرخ کهکشان‌ها و نامنظم بودن این سیر کاهشی در کوازارهاست. بدین ترتیب می‌توان با استفاده از فرآیند تجزیه و تحلیل داده و پردازش آنها در شبکه عصبی طراحی شده، تفکیکی دقیق و طبقه‌بندی شده از اجرام هر منطقه از آسمان بدست آورد.

مرجع‌ها

- [۱] Andreon S., Gargiulo G., Longo G., Tagliaferri R. and Capuano N., Wide Field Imaging.I. Applications of Neural Networks To Object Detection and Star/Galaxy Separation, MNRAS, Submitted , ۱۹۹۹.
- [۲] Liu, Z. Y., Chiu, K. Ch., Xu, L., ۲۰۰۳, Improved system for object detection and star/galaxy classification via local subspace analysis , Neural Networks, ۱۶, ۳, ۴۳۷
- [۳] E Bertin - Mining the Sky, ۲۰۰۱ – Springer
- [۴] J De La Calleja, O Fuentes - VISAPP (۲), ۲۰۰۷
- [۵] Andreon, S., Gargiulo G., Longo, G., Tagliaferri, R., Capuano, N., ۱۹۹۹, Neural nets and star/galaxy separation in wide field astronomical images, Neural Networks, ۶, ۳۸۱۰

