



دانشکده علوم

جلسه دفاع از پایان نامه دکتری

عنوان:

بدست آوردن توابع توزیع پارتونی با استفاده از شبکه عصبی

ارائه دهنده: الهام آسترکی

زمان: ۱۴۰۴/۱۱/۱۴ ساعت ۱۲:۰۰



اینجانب الهام آسترکی، فارغ التحصیل کارشناسی فیزیک و کارشناسی ارشد فیزیک گرایش ذرات بنیادی از دانشگاه اراک هستم و در حال حاضر دانشجوی مقطع دکتری فیزیک گرایش ذرات بنیادی در دانشگاه رازی کرمانشاه می باشم. زمینه های تخصصی من شامل توابع توزیع پارتونی، حل معادلات DGLAP و کاربردهای یادگیری ماشین و هوش مصنوعی در فیزیک انرژی های بالا است. در طول سال های تحصیل و پژوهش در مقطع دکتری، از راهنمایی و آموزش اساتید برجسته ای همچون دکتر غلامرضا برون، دکتر محمد راستی ویس و دکتر توفیق اوسطی بهره برده ام.

ردیف	نام و نام خانوادگی	سمت
۱	جناب آقای دکتر غلامرضا برون	استاد راهنما
۲	جناب آقای دکتر محمد راستی ویس	داور داخلی
۳	جناب آقای دکتر توفیق اوسطی	داور داخلی
۴	خانم دکتر فاطمه تقوی شهری (دانشگاه فردوسی مشهد)	داور خارجی
۵	جناب آقای دکتر شاهین آتشبار تهرانی (IPM)	داور خارجی
۶	جناب آقای دکتر اسحاق کریمی	نماینده تحصیلات تکمیلی

چکیده

در این پژوهش، استخراج توابع توزیع پارتونی در چارچوب QCD با بهره‌گیری از داده‌های پراکندگی ناکشسان عمیق (DIS) و نیمه فراگیر (SIDIS) انجام شده است. توابع توزیع غیریکتا، شامل xu_v و xd_v ، در مقیاس اولیه Q_0^2 با استفاده از ترکیب شبکه‌های عصبی به‌عنوان تقریب‌گر انعطاف‌پذیر و الگوریتم ژنتیک به‌عنوان بهینه‌ساز تکاملی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که این روش داده‌محور بدون نیاز به فرض فرم پارامتری، ساختارهای غیرخطی PDFها را با دقت بالایی بازتولید کرده و با پارامترسازی‌های معتبر CT18، MMHT14، MSHT20 و NNPDF4.0 سازگاری قابل توجهی دارد.

برای بررسی بخش یکتا، معادلات تکامل DGLAP در فضای ملین حل شده و جهت جلوگیری از ناپایداری‌های معکوس‌سازی ملین، بازسازی تابع در فضای x با استفاده از بسط چندجمله‌ای‌های لاگر انجام گرفته است. این رویکرد موجب بهبود پایداری عددی و کنترل بهتر رفتار تابع در نواحی کوچک و بزرگ x می‌شود. تکامل QCD تا مرتبه NLO و NNLO در تحلیل گنجانده شده و داده‌های تجربی پس از اعمال برش‌های استاندارد مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

در مجموع، چارچوب ترکیبی شبکه عصبی-الگوریتم ژنتیک همراه با حل دقیق تکامل DGLAP، ابزار قدرتمند و دقیقی برای استخراج توزیع‌های قطبیده پارتونی فراهم کرده و می‌تواند پایه‌ای قابل اتکا برای تحلیل‌های پیشرفته‌تر قطبش در انرژی‌های بالاتر باشد.

کلیدواژه‌ها: شبکه عصبی-الگوریتم ژنتیک-تابع ساختار یکتا-تابع ساختار غیر یکتا-تابع توزیع پارتون-چند جمله ای لاگر-معادلات DGLAP.

Abstract

In this study, the extraction of parton distribution functions (PDFs) within the framework of Quantum Chromodynamics (QCD) is performed using deep-inelastic scattering (DIS) and semi-inclusive DIS (SIDIS) data. The nonsinglet distribution functions, including xu_v and xd_v , are analyzed at the initial scale Q_0^2 using a hybrid approach that combines neural networks as flexible function approximators and a genetic algorithm as an evolutionary optimizer. The results indicate that this data-driven framework, without imposing any predefined parametric shape, accurately reproduces the nonlinear structures of the PDFs and shows remarkable consistency with the well-established parametrization groups CT18, MMHT14, MSHT20, and NNPDF4.0.

For the singlet sector, the DGLAP evolution equations are solved in Mellin space, and to avoid instabilities associated with Mellin inversion, the reconstruction of the distributions in x -space is performed using a Laguerre polynomial expansion. This approach significantly improves numerical stability and provides better control over the behavior of the distributions in both small- and large- x regions. QCD evolution up to NLO and NNLO accuracy is incorporated into the analysis, and all experimental data are used after applying standard kinematic cuts.

Overall, the combined neural-network–genetic-algorithm framework, together with the precise solution of the DGLAP evolution equations, provides a powerful and reliable tool for extracting polarized parton distributions and can serve as a robust basis for more advanced polarization studies at higher energies.

Keywords: Neural Networks; Genetic Algorithm; Singlet Structure Function; Nonsinglet Structure Function; Parton Distribution Function; Laguerre Polynomials; DGLAP Equations.