کاربرد ماشین‌های یادگیری عمیق در تفسیر داده‌های لرزه ای

محمدعلی خداقلی، مجید باقری[۲]
[۱]دانشجوی دکتری لرزه شناسی، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، khodagholi.ali.m@ut.ac.ir
[۲]استادیار گروه فیزیک زمین، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، majidbagheri@ut.ac.ir

چکیده:

امروزه هوش مصنوعی و بخش‌ها و ابزارهای مختلف آن در بسیاری از شاخه‌های علوم مهندسی، علوم پایه، علوم انسانی و هنر کاربرد دارد. در این مقاله کاربرد یکی از جدیدترین ابزارهای هوش مصنوعی یعنی یادگیری عمیق در بخش‌های مختلفی از تفسیر داده‌های لرزه ای مورد مطالعه قرار گرفته است. در این تحقیق سه مثال درمورد استفاده ماشین‌های یادگیری عمیق یا شبکه‌های عصبی در تفسیر داده‌های لرزه ای بیان شده است. ابتدا شناسایی سنگ شناسی محیط با استفاده از شبکه عصبی کانولوشنی و داده‌های لرزه ای بیان شده. سپس شناسایی گنبدهای نمکی با استفاده از شبکه عصبی کانولوشنی و داده‌های لرزهای معرفی می‌شود و در آخر نیز شناسایی دودکش گازی بر روی داده لرزه ای با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون توضیح داده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، یادگیری عمیق، شبکه عصبی کانولوشنی، شبکه عصبی پرسپترون، تفسیر داده لرزه ای

The application of deep learning machines in seismic data interpretation

Mohammad Ali Khodagholi [1], Majid Bagheri [2]
[1]*PhD student of exploration seismology, Institute of Geophysics, University of Tehran, Iran.*
[2] *Assistant Professor, Institute of Geophysics, University of Tehran, Iran*

Abstract

Today, artificial intelligence and its various parts and tools are used in many branches of engineering, basic sciences, humanities and arts. In this paper, the application of one of the newest tools of artificial intelligence, namely deep learning in various parts of seismic data interpretation has been studied. This study provides three examples of the use of deep learning machines or neural networks in the interpretation of seismic data. First, the identification of the lithology is expressed using convolutional neural network and seismic data. The identification of salt domes is then introduced using convolutional neural network and seismic data. Finally, the identification of gas chimneys on seismic data using the perceptron neural network is explained.

Keywords: Artificial intelligence, Deep learning, Convolutional neural network, Perceptron neural network, Seismic data interpretation

۱ مقدمه

شبکه‌های عصبی یکی از درونی‌ترین لایه‌های علم هوش مصنوعی است. در واقع می‌توان ارتباط بین اصطلاحات رایج در هوش مصنوعی را این صورت در نظر گرفت :

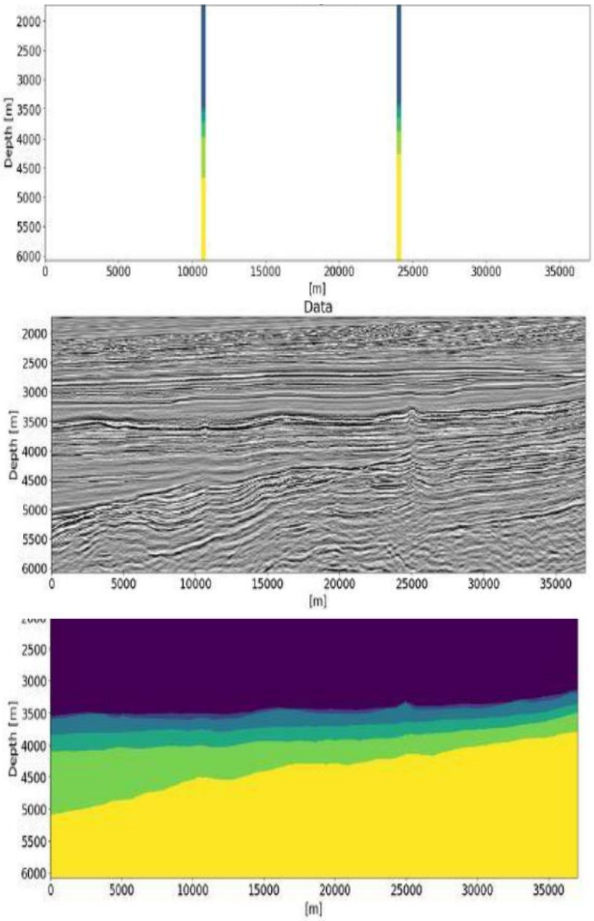
هوش مصنوعی یعنی دانش هوشمند کردن کامپیوترها که یکی از زیر مجموعه‌های هوش مصنوعی، یادگیری ماشین است یعنی به کاربردن تکنیک‌هایی که بتوان به کامپیوتر آموزش داد. یادگیری عمیق نیز یکی از زیر مجموعه‌های یادگیری ماشین می‌باشد و در نهایت شبکه عصبی نیز یکی از پرکاربردترین ابزارهای مورد استفاده در یادگیری عمیق است. اگر بخواهیم به طور خلاصه به تفاوت یادگیری ماشین و یادگیری عمیق اشاره کنیم باید بگوییم که در یادگیری ماشین، ویژگی‌ها به صورت دستی توسط یک کاربر استخراج می‌شوند و سپس با استفاده از این ویژگی‌ها روشی برای

آموزش ماشین انتخاب شود ولی در یادگیری عمیق ویژگی‌های مورد نیاز به صورت خودکار توسط خود ماشین استخراج می‌شود. در واقع یادگیری عمیق از همان روشی که ذهن انسان برای یادگیری استفاده می‌کند تقلید می‌کند. پرکاربردترین ابزارهایی که در یادگیری عمیق استفاده می‌شوند شبکه‌های عصبی هستند و حتی می‌توان شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق را معادل هم دانست که در ادامه به بررسی آن‌ها می‌پردازیم [1].

۲ کاربردهای ماشین‌های یادگیری عمیق یا شبکه عصبی در تفسیر داده‌های لرزه ای:

درون یابی سنگ شناسی بین چاه‌ها با استفاده از داده‌های لرزه ای و شبکه عصبی:

در این قسمت می‌خواهیم با استفاده از یک شبکه عصبی کانولوشنی و داده‌های لرزه ای به عنوان ورودی، سنگ شناسی منطقه را تخمین بزنیم. این مثال شامل داده‌های واقعی در حوزه دریای شمال است. با استفاده از داده‌های چاه می‌توان سنگ شناسی را در محدوده چاه تشخیص داده و یک شبکه عصبی کانولوشنی را آموزش دهیم. سپس داده‌های لرزه ای را به عنوان ورودی به این شبکه عصبی می‌دهیم خروجی آن شامل سنگ شناسی در محدوده‌های بین چاه‌ها است.[2]

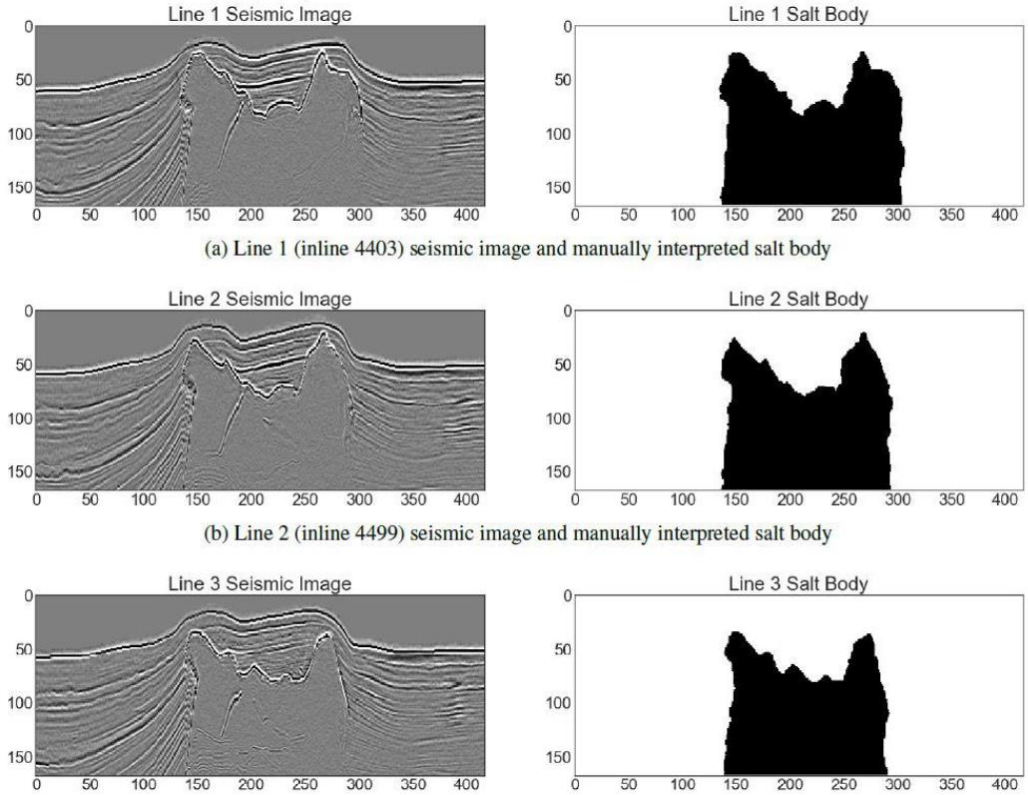


شکل ۱. از بالا به پایین: سنگ شناسی در محیط چاه. داده لرزه ای که به عنوان ورودی شبکه عصبی استفاده شده. سنگک شناسی محیط که خروجی شبکه عصبی است.[2]

شناسایی گنبدهای نمکی با استفاده از شبکه‌های عصبی:

یکی از کارهای مهم در تفسیر لرزه ای شناسایی گنبدهای نمکی از رسوبات اطرافشان است. در اینجا نیز از شبکه عصبی کانولوشنی برای شناسایی گنبدهای نمکی استفاده شده است. در این قسمت از داده‌های لرزه ای آب‌های عمیق خلیج مکزیک که دارای هندسه‌های پیچیده گنبد نمکی است استفاده شده است. ابتدا در داده‌های سه خط برداشت، گنبدهای

نمکی به صورت دستی شناسایی شده و از این داده‌ها برای آموزش شبکه عصبی استفاده می‌شود.



شکل ۲. شناسایی دستی گنبدهای نمکی در داده‌های سه خط برداشت[1].

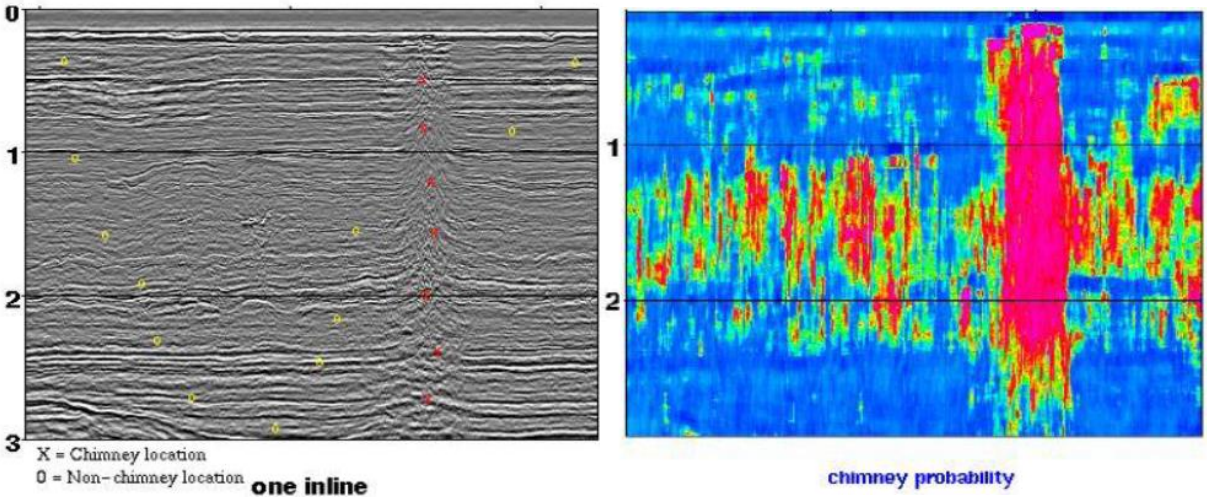
سپس داده‌های لرزه ای به عنوان ورودی به شبکه عصبی داده می‌شود و خروجی آن محدوده گنبد نمکی است. در شکل زیر خروجی شبکه عصبی برای خط برداشت اول با شناسایی دستی گنبد نمکی مقایسه شده است [1].

شکل ۳. بالا: شناسایی گنبد نمکی در داده‌های خط برداشت اول به وسیله شبکه عصبی. پایین: شناسایی دستی گنبد نمکی در داده‌های خط برداشت اول [1].

شناسایی دودکش گازی با استفاده از شبکه عصبی:

دودکش‌های گازی به صورت ستون‌های عمودی در داده‌های لرزه ای ظاهر شده و انرژی بازتاب را می‌پوشانند. در این

بخش از شبکه عصبی پرسپترون برای شناسایی دودکش گازی استفاده شده. ابتدا نشانگر شدت بازتاب از روی داده لرزه ای محاسبه می‌شود و به عنوان ورودی به شبکه عصبی داده می‌شود. خروجی آن نیز پیش بینی مکان دودکش گازی است [6].



شکل ۴. چپ: نشانگر شدت بازتاب. راست: خروجی شبکه عصبی و شناسایی دودکش گازی [6].

۴ نتیجه گیری

با توجه به مثال‌هایی که بررسی شد در می‌یابیم که ماشین‌های یادگیری عمیق و یا شبکه‌های عصبی ابزار توانمندی در تفسیر داده‌های لرزه ای هستند و با کمک آن‌ها می‌توان اطلاعات ارزشمندی را از داده‌های لرزه ای بدست آورد. ویژگی این ماشین‌ها این است که هم سرعت محاسباتی بالا و هم دقت بالایی دارند. به عنوان نمونه با توجه به مثال‌های ذکر شده در این تحقیق، مشاهده کردیم که شبکه‌های عصبی در پیش بینی سنگ شناسی محیط، شناسایی گنبدهای نمکی و دودکش گازی خروجی‌های بسیار خوبی داشتند.

منابع

1. Zeng, Yu, Kebei Jiang, and Jie Chen. "Automatic seismic salt interpretation with deep convolutional neural networks." Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Information System and Data Mining. 2019
2. Peters, Bas, Eldad Haber, and Justin Granek. "Neural networks for geophysicists and their application to seismic data interpretation." The Leading Edge 38.7 (2019): 534-540.
3. Meldahl, Paul, et al. "Identifying faults and gas chimneys using multiattributes and neural networks." The leading edge 20.5 (2001): 474-482
4. Hagan, M. T., et al. "Neural Network Design, 2nd." Ed., Lexington, KY (2016).
5. Di, Haibin, Zhen Wang, and Ghassan AlRegib. "Deep convolutional neural networks for seismic salt-body delineation." Aapg annual convention and exhibition. 2018.
6. Meldahl, Paul, et al. "The chimney cube, an example of semi-automated detection of seismic objects by directive attributes and neural networks: Part I; methodology." SEG Technical Program Expanded Abstracts 1999. Society of Exploration Geophysicists, 1999. 931-934.