

مدلسازی سیستم های هوشمند مجتمع و کاربرد آن در پایداری سطوح شیب دار

نام و نام خانوادگی مؤلفان^۱: هادی زادسر

چکیده

در بسیاری از مواقع لازم است که عملیات مهندسی در شرایط سخت و پیچیده انجام شود و تجربیان گذشته در حفاری ها و شرایط مشابه و ارزشی فوق العاده دارند، هوش مصنوعی دانش شبیه سازی هوش انسان با استفاده از کامپیوتر است سیستم خبره یکی از شاخه های این علم می باشد که در حال حاضر در بسیاری از زمینه های جدید از طریق آزمایشهای برجا، آزمایشهای انجام شده در آزمایشگاه ها، تخمین تنش های زمین و تحلیل آب زیر زمینی به دست می آیند به وسیله سیستم مجتمع از شبکه عصبی و سیستم خبره یک طراحی ابتدایی برای نیاز های مهندسی خواسته شده با استفاده از مشابه سازی تجربه های قبلی می تواند ارائه شود دانش و آگاهی این کار به وسیله ترکیبی از قوانین، قواعد و چارچوب ها و روابط ریاضی به دست آمده است. این سیستم با استفاده از زبان های کامپیوتری پیشرفته برلند C نوشته شده است و از روش برنامه نویسی شیء گرا پیروی می کنید.

کلمات کلیدی: سیستم های هوشمند، شبکه عصبی، مکانیک سنگ، تنش، سطح شیبدار

Integrated With Expert-System Modeling And Its Application In Rock Slope Stability

Abstract

Most of the times it is essential that engineering activities are done in complex and hard circumstance. past experiences in deilling and tunneling can have extraordinary value. Therefore a newer and more efficiency theory of rock mechanics are essential. Artificial intelligence is the knowledg of human intelligence simulation by using the computer.

Integrated with expert-systems and neural network; we can represent an elementary design for engineering requires by using the simulation of previous. This system has been written by using the advanced campioter language such as Borland C++ and used the objecting programming procedure OPP.

KEY WORD: EXPERT-SYSTEM, ARTIHCIAL IN telligence, neural network, rock mechanics, stress, slope surface, UDEC

۱- مقدمه

از آنجایی که بسیاری از تونل ها و شیب ها باید در شرایط سخت و غیر قابل پیش بینی ایجاد شوند نیاز به یک سیستم طراحی سریع و هوشمند ، در بین مهندسان به مسئله مهمی تبدیل شده است. بنابراین، سیستم طراحی جدید باید توانایی استفاده از اطلاعات جمع آوری شده از تجربه های قبلی و اطلاعات فنی طرحهای پیشین را دارا بوده و بتواند با استفاده از آن ها بهترین و مناسب ترین سیستم نگهداری یا روش حفاری را در کوتاه ترین زمان ارائه دهد. [1]

۲- مدلسازی هوشمند مجتمع در تحلیل پایداری شیب

شکل شماره ۱، یک مدل هوشمند مجتمع برای تحلیل پایداری شیب در معادن روباز را نشان می دهد. در ابتدا یک مجموعه از تجربه های مشابه برای طراحی هوشمند شیب ها تهیه شده است. داده های جدید از طریق آزمایشهای برجا، آزمایشهای انجام شده در آزمایشگاهها ، تخمین تنشهای زمین و تحلیل آب زیرزمینی به دست می آیند. ۴۰ شیب طراحی و اجرا شده و ۱۴۰ شیب از کشورهای دیگر در مجموعه نمونه پایه ، جمع آوری شده است. هر کدام از این نمونه ها دارای شرایط زمین شناسی، شرایط آب زیر زمینی، پارامترهای مکانیک سنگی، پارامترهای طراحی شیب، سابقه پایداری، ویژگیهای شکست و ریزش، سیستم های تقویت کننده و نگهدارنده و فعالیتهای تولیدی معادن روباز، می باشند.

۲-۱- طراحی ابتدایی شیب

سیستم مجتمع از شبکه عصبی و سیستم خبره یک طراحی ابتدایی برای نیازهای مهندسی خواسته شده، با استفاده از مشابه سازی تجربه های قبلی ارائه می دهد. دانش و آگاهی این کار یا ترکیبی از قوانین، قواعد و چارچوب ها و روابط ریاضی به دست آمده است. نزدیک به ۹۰۰ قانون در پایه دانش استدلالی غیر قطعی گنجانده شده است. وابستگی های بین عوامل تاثیر گذار زیر وظایف پایداری شیب و تعاریف پارامترهای ورودی به ترتیب در ۱۵ چارچوب ارائه شده اند. با ورود پارامترهای زمین شناختی و طراحی شیب جدید، مانند زاویه و ارتفاع شیب مورد نظر، یک طراحی ابتدایی با استفاده از روند استدلالی غیر قطعی ارائه می شود.

۲-۲- شناسایی حالت های شکست محتمل

اولین قدم برای شناسایی حالت محتمل شکست، تشخیص ساختار توده سنگ می باشد. بعد از این مرحله حالت محتمل شکست توسط سیستم خبره ای که بر اساس شبکه عصبی کار می کند، با توجه به محیط اطراف توده سنگ، شناسایی می شود. پارامترهای ورودی می تواند شامل مواردی همچون روابط بین امتداد شیب و لایه های آن، زاویه شیب طراحی شده، زاویه اصطکاک داخلی، سطوح جانبی بریده شده، تنش های زمین، ارتفاع سطح شیب دار، مقاومت تک محوری سنگ، ضریب شکل پذیری نوع ناپیوستگی ها، رخنمون سطح زیرین و بالایی سطح شیب دار، تعداد دسته های ناپیوستگی و ترتیب قرارگیری آن ها باشد. در بعضی موارد حالت شکست محتمل کل سطح شیب دار با شکست هایی که در هر پله ممکن است اتفاق بیفتد، جداگانه شناسایی می شوند.

۲-۳- تحلیل تنش ها

مطابق با حالت شکست محتمل شناسایی شده، می توان از مدل های سه بعدی درزه ها و روش اجزاء مجزا برای بررسی کردن تغییر شکل ها و تنش های توزیع شده در سطح شیب دار مورد نظر بهره برد. مدل تشکیل دهنده توده سنگ را می توان با استفاده از ابزارهای یادگیری با شرایط مختلف زمین شناسی سازگار کرد. نتایج به دست آمده با آنهایی که قبلا با آنها اندازه گیری شده اند، مقایسه شده و با استفاده از آن طراحی شیب بهینه سازی می شود.

۴-۲- تخمین ضریب ایمنی

روش تحلیلی تعادل حدی، شامل روش سارما و روش بی شاپ، روش نیروی رانندگی باقی مانده و روش های بهینه سازی ژیانگ، بیشترین تخمین همانندی و مدل شبکه عصبی پس انتشار برای تخمین ضریب ایمنی سطوح شیب دار به کار می روند. نتایج مختلف با یکدیگر مقایسه می شوند و سپس یک ضریب ایمنی فراگیر برای سطح شیب دار بررسی شده، اعلام می شود.

۵-۲- کالیبره کردن طراحی سطح شیب دار

با این مدل، طراحی بعدی شیب را می توان با مراجعه با اطلاعات برگشتی از رفتار سنجی ها در سر زمین و نتایج اجزاء بالا، انجام داد. طراحی شیب معقول و مستدل به عنوان یک نمونه تاریخی در مجموعه نمونه پایه ذخیره می شود.

۳- سیستم کمکی طراحی سطوح شیب دار

این سیستم با استفاده از زبان های کامپیوتری پیشرفته برلند سی و فاکس پرو نوشته شده است و از روش برنامه نویسی شیء گرا استفاده می کند. معماری آن در شکل ۲-۳ نشان داده شده است. در این سیستم، مرکز کنترل اطلاعات ورودی را از کاربران دریافت می کند و مسئله را با راه اندازی مدل های تحلیلی و با استفاده از روشی که بیشترین انطباق را با مسئله داشته باشد، حل می کند. سپس نتایج به دست آمده، بوسیله سیستم تفسیر کننده به کاربران ارائه می شود. به عنوان مثال، شکل ۳-۳ دسته های اطلاعات زمین شناسی را که کاربر ممکن است از آن مطلع باشد و بتواند به سیستم وارد کند، برای طراحی زاویه شیب یک سطح شیب دار نشان می دهد.

۳-۳- مطالعه موردی [5]-[7]

سطح شیبداری واقع در یک معدن روباز با استفاده از این سیستم هوشمند مورد بررسی قرار گرفته است. حداکثر ارتفاع طراحی آن ۴۴۰ متر و ارتفاع فعلی آن ۳۷۲ متر می باشد. فرا دیواره (شمال) آن از جنس دیورریت با ساختار توده ای می باشد. ساختار زمین شناسی آن بسیار پیچیده و شامل گسل های توسعه یافته می باشد. دو زون خرد شده اصلی در جهت های شمال غربی و جنوب شرقی قرار دارند. زون خرد شده شمال غربی شامل مجموعه ای از گسل های له شده و درزه های موازی می باشد.

جدول های ۱-۳ و ۲-۳ خصوصیات فیزیکی و مکانیکی سنگ و درزه ها را نشان می دهند. سیستم در این مورد شکست گوه ای را در پله و شکست دایره ای را در کل سطح شیب دار محتمل می داند. این موضوع در شکل ۴-۳ نمایش داده شده است.

Quit	Database	Failure mode	Safety Factor	Stress Analysis
Design Of Slope Angle				
Input	Go	Explain	Results	Print Results
Rock Mass Structure			Relationship Between Slope Face and Discontinuity	
Dip Angle Of Discontinuity			Slope Height	
Internal Friction Angle Of Rock			Internal Friction Angle of Discontinuity	
Probable Failure Mode Of Bench Slope			Cohesion of Discontinuity	
Condition Of Ground water			Uniaxial Compressive Strenght of Rock	
			Desired Safety Factor	

شکل ۳- دسته های اطلاعات زمین شناسی

سنگ	وزن مخصوص (کیلو نیوتن بر متر مربع)	مدول بالک (مگاپاسکال)	مدول برشی (مگا پاسکال)	چسبندگی (مگا پاسکال)	زاویه اصطکاک داخلی (درجه)	مقاومت کششی تک محوری
Black Mica Sanidinite	۲۷	۱۷۰۰۰	۹۹۰۰	۰/۴	۳۵	۶
Aibited Diorite	۲۷	۱۷۰۰۰	۹۹۰۰	۰/۴	۴۰	۶
Chloritic Diorite	۲۵	۱۱۰۰۰	۷۴۰۰	۰/۲	۳۰	۳
F9 fault and F9 Catalasite	۲۴	۷۰۰۰	۴۹۰۰	۰/۰۳	۱۸	۰
Fault and Catalasite	۲۷	۱۱۰۰۰	۷۳۰۰	۰/۳	۲۵	۴

خصوصیات فیزیکی مکانیکی سنگ های سطوح شیبدار

ضریب سختی مماسی	ضریب سختی نرمال	زاویه اصطکاک داخلی (درجه)	چسبندگی (مگاپاسکال)
۱۰۰۰	۱۰۰۰	۳۵	۴

خصوصیات فیزیکی و مکانیکی درزه ها

Input	Go	Explain	Results	Print Results
Rock Mass Structure: Mass Structure Intersection Angle Of Structure And Slope: 3M Slope Angle: 42 Dip Angle Of Discontinuity: 35M Set Of Discontinuity: 4 Probable Failure Mode Of Bench Slope Wedge Failure				

۳-۴- تشخیص حالت شکست محتمل بر پله سطح شیب دار مورد در حال بررسی کاربر

در حقیقت، یک ریزش گوه ای در پله با طول بالایی ۷۱ متر و طول پایینی ۱۳ متر در آوریل سال ۱۹۹۴ رخ داد. سیستم، زاویه شیب ایمن را برای این سطح برابر با ۴۰ درجه (شکل ۵-۳) و ضرایب ایمنی را با زاویه شیب ۴۲ درجه در شکل (۶-۳) تخمین زده است.

Input	Go	Explain	Results	Print Results
Uniaxial Compressive Strenght of Rock: 107.2 MPa Dip Angle of Discontinuity and Slope Face: Parallel Water-Level Line: 4H Rockmass Structure: Mass Structure Probable Failure Mode of Integral Slope: Circular Failure Cohesion of Rock: 6.7 MPa Internal Friction Angle of Rock: 3M Safety Factor: 1.2 40M				
				Slope Angle:

شکل ۳-۵ طراحی زاویه شیب برای مورد در حال بررسی کاربر

Input	Go	Explain	Results	Print Results
Sarma: 1.26				
Residual Thrust Force: 1.22				
Optimization: 1.27				
Neural Network: 1.25				

شکل ۶-۳- تخمین ضریب ایمنی سطح شیب دار برای مورد در حال بررسی کاربر

همچنین برای برآورد کردن تغییر شکل و تنش در شکست احتمالی سطح شیب دار پله مقطعی در فرادیواره ضلع شمالی با نرم افزار UDEC تحلیل شده است. شبکه مش بندی این مقطع را در شکل ۷ و جابجایی و تنش را در شکل ۸ ملاحظه می کنید. حداکثر جابجایی برابر با ۴ متر و جابجایی عرضی برابر ۲ متر برای شیب می باشد. از نتایج بدست آمده می توان دریافت که تعدادی از بلوک های سنگی به بیرون لغزش می کند و این نتیجه با مشاهدات واقعی تطابق خوبی را نشان می دهد.

۴- نتیجه گیری

نتایجی که از تحلیل سطوح شیب دار بوسیله سیستم هوشمند بر اساس شبکه عصبی بدست آمده است نشان می دهد که هوش مصنوعی برای موارد ژئومکانیکی را می توان به خوبی به کار برد. مهندسان در طراحی سطوح شیب دار و تحلیل پایداری آنها در شرایط پیچیده زمین شناسی معمولاً دچار دو مشکل یعنی داده های محدود و عدم درک و شناخت از ویژگی های مسئله می باشد. به سبب طبیعت ناپیوستگی ها روند تقابل بین شرایط زمین شناسی و فعالیت های معدنی غیر خطی بوده و شرح و تفسیر آنها با روابط کمی و ساده بسیار پیچیده و مشکل می باشد. مدل های شبکه های عصبی برای ارائه روند کار با وزن های آموزش یافته بوجود آمده اند. سیستم های خبره برای قبول کردن ماتریس اثرات متقابل و شرح و تفسیر بعدی طراحی و پایداری سطوح شیب دار استفاده می شوند. به دلایل مشابه مدل های شبکه عصبی مختلفی بوجود آمده اند تا هر کدام یکی از اعمال طراحی زاویه شیب، تشخیص نوع محتمل شکست و تخمین ضریب ایمنی را انجام دهد. برای انجام دادن تحلیلی گسترده تر و مورد اطمینان تر می توان از روش های تعادل حدی، اجزاء مجزا و غیره را نیز برای تحلیل جابجایی ها و تنش ها به همراه شبکه های عصبی بهره گرفت. نتایج اولیه هماهنگی بسیار خوبی با مشاهده های واقعی نشان داده اند.

۵- مراجع

- ۱- منهاج، محمد باقر (۱۳۸۱)، مبانی شبکه های عصبی، انتشارات امیرکبیر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، جلد اول
- 2- Xia-Ting Feng, Yong-Jia Wang & Chum Chang; 1997; An Integrated Intelligent System On Slope Stability Analysis For Open-Pit Mines, Proc. 9th Inter. Conf, On Computer Methods And Advances In Geomechanics; Wuhan (China); Vol.1, Pp,639-644
- 3- Moon; S.M & Lee; C.W; 1995; Artificial Neural-Network Integrated With Expert-System For Preliminary Design Of Tunnels And Slopes, Proc. 8th International Congress On Rock Mechanics. Tokyo, Japan, (Eds Fujii. T.), Rotterdam: Balkema, Vols 1 & 2, Pp 901-905.