دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد " M.Sc "

مهندسی معدن – استخراج

عنوان:

بهینه سازی الگوی آتشباری معدن سنگ آهن چادرملو با استفاده از شبکه های عصبی

استاد راهنما:

استاد مشاور:

نگارش:

فهرست مطالب

عنوان مطالب | شماره صفحه

چکیده ۱

مقدمه ۲

فصل اول : کلیات

۱-۱:هدف ۵

۱-۲:پیشینه تحقیق ۵

۱-۳:روش کار و تحقیق ۵

فصل دوم : عوامل مؤثر درطراحی الگوی آتشباری

۲-۱:مقدمه ۸

۲-۲- عوامل قابل کنترل ۱۰

۲-۲-۱: قطر چال (Blasthole Diameter) ۱۰

۲-۲-۲: بار سنگ (Burden) ۱۲

۲-۲-۳: فاصله ردیفی چالها (Spacing) ۱۳

۲-۲-۴: ارتفاع پله (Height of Bench) ۱۴

۲-۲-۵: اضافه حفر چال (Subdrilling) ۱۵

۲-۲-۶ گل گذاری (Stemming) ۱۶

۲-۲-۷: شیب چال (Blasthole Inclination) ۱۸

۲-۲-۸ : خرج ویژه (Powder Factor or Specific Charge) ۲۰

۲-۳- عوامل غیر قابل کنترل ۲۲

فصل سوم : شبکه های عصبی مصنوعی

۳-۱ مقدمه ۲۴

۳-۲ تاریخچه شبکه های عصبی مصنوعی (ANN) ۲۵

۳-۳ اساس بیولوژیکی شبکه های عصبی ۲۵

۳-۴ قابلیت یادگیری شبکه های عصبی بیولوژیکی ۲۷

۳-۵ اجزاء و ساختمان واحدهای مصنوعی ۲۸

۳-۶ الگوریتمهای یادگیری ۳۱

۳-۷ انواع شبکه های عصبی مصنوعی ۳۴

۳-۸ کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی ۴۰

فهرست مطالب

عنوان مطالب **شماره صفحه**

۳-۹ جعبه ابزار شبکه های عصبی نرم افزار MATLAB ۴۱
۳-۹-۱ وارد کردن داده ها ۴۱
۳-۹-۲ پنجره اصلی شبکه های عصبی (Network/data manager) ۴۲
۳-۹-۳ ایجاد شبکه ۴۳
۳-۹-۴ آموزش دادن شبکه ۴۳
۳-۹-۵ بررسی نتایج تولید شده توسط شبکه ۴۳

فصل چهارم : مطالعه موردی

۴ -۱ مقدمه ۴۶
۴-۲ معرفی معدن چادرملو ۴۶
۴ -۲-۱ مشخصات عمومی معدن ۴۶
۴-۲-۲ مشخصات آتشباری معدن ۵۰
۴-۳ روش کار ۵۶
۴-۳-۱ داده های لازم برای آموزش شبکه ۵۶
۴-۳-۲ روند رسیدن به شبکه بهینه ۶۴
۴-۳-۳ شبکه GRNN ۶۴
۴-۳-۴ آزمایش شبکه ۶۶
۴-۳-۵ آنالیز حساسیت پارامتر خروجی نسبت به پارامترهای ورودی ۶۷

فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱ نتیجه گیری ۸۳
۵-۲ پیشنهادات و تحقیقات بعدی ۸۴

پیوست ۸۷

منابع و مأخذ

فهرست منابع فارسی ۹۸
فهرست منابع لاتین ۹۹
سایتهای اطلاع رسانی ۱۰۰
چکیده انگلیسی ۱۰۱

فهرست جدولها

عنوان **شماره صفحه**

جدول (۲-۱) : اجزای طراحی آتشکاری در معادن روباز ۹
جدول (۲-۲) : رابطه بین قطر چال و ارتفاع مناسب پله ۱۵
جدول (۲-۳) : رابطه اضافه حفاری با نوع سنگ ۱۶
جدول (۲-۴) : محدوده خرج ویژه برای سنگهای مختلف ۲۲
جدول (۴-۱): مشخصات ترکیب ماده معدنی معدن چادرملو ۴۸
جدول (۴-۲): داده های وارد شده به شبکه ۵۷
جدول (۴-۳) : داده های جمع آوری شده برای آموزش و آزمایش شبکه ۶۳
جدول (۴-۳): مقایسه خروجی بدست آمده از شبکه عصبی و اعداد واقعی ۶۶
جدول (۴-۴): مقایسه نتایج آنالیز حساسیت خروجی شبکه به ورودی ها ۶۸

فهرست نمودارها

عنوان **شماره صفحه**

نمودار (۲-۱): ارتباط مستقیم بارسنگ با قطر چال ۱۳
نمودار (۲-۲): کاهش اضافه حفاری با زیاد شدن شیب چالها ۱۷
نمودار (۲-۳): ارتباط خرج ویژه با هزینه ها..... ۲۱
نمودار (۴-۱): تابع گوسین..... ۶۵
نمودار (۴-۲): تابع خطی ۶۵
نمودار (۴-۳): مقایسه خروجی بدست آمده از شبکه عصبی واعدادواقعی ۶۷
نمودار (۴-۴): نمودار آنالیز حساسیت خروجی شبکه به ورودی ها ۶۸
نمودار (۴-۵): نمودار خطای آموزش شبکه بدست آمده..... ۷۰
نمودار(۴-۶)تا(۴-۲۷):منحنی توزیع سایز سنگهای خردشده بلوکها ۷۱

فهرست شکلها

عنوان **شماره صفحه**

شکل (۲-۱) : شکل سه بعدی یک بلوک انفجاری ۱۰
شکل(۲-۲) : تاثیر قطر چال و ناپیوستگیها در تولید سنگهای درشت ۱۱
شکل(۲-۳) : بهره دهی پایین شاول به علت نامناسب بودن قطر چال ۱۲
شکل(۲-۴) : نتیجه انفجار وقتی که فاصله ردیفی چالها خیلی کمتر از مقدار مورد نیاز باشد ۱۴
شکل(۲-۵) : نتیجه انفجار وقتی که فاصله ردیفی چالها خیلی بیشتر از مقدار مورد نیاز باشد ۱۵
شکل(۲-۶): اضافه حفر چال در چالهای قائم و شیبدار ۱۶
شکل (۲-۷) : ساختار یک چال انفجاری ۱۸
شکل (۲-۸) : ایجاد سکو در چالهای قائم و مایل ۱۹
شکل (۲-۹) : مقایسه عقب زدگیدر چالهای قام و مایل ۱۹
شکل (۲-۱۰) : مقایسه طول چال و امکان ریزش در سینه کار قائم و شیبدار ۲۰
شکل (۲-۱۱) : انحراف چالها و خطاهای حفاری ۲۰
شکل (۳-۱): قسمتهای اصلی یک سلول عصبی بیولوژیک (نرون) ۲۶
شکل (۳-۲) : نرون حسی ۲۷
شکل(۳-۳) : ساختار یک نرون تک ورودی ۲۹
شکل(۳- ۴) : ساختار یک نرون R ورودی ۲۹
شکل(۳- ۵) : یک ساختار نمونه از شبکه عصبی مصنوعی ۳۰
شکل (۳-۶) : نحوه اتصالات در شبکه های عصبی ۳۱
شکل(۳-۷) : نمای کلی آموزش بدون سرپرست ۳۳
شکل(۳-۸) : نمای کلی آموزش با سرپرست ۳۳
شکل(۳-۹) : ساختار یک شبکه تک لایه ۳۶
شکل(۳-۱۰) : ساختار یک شبکه چند لایه ۳۷
شکل(۳-۱۱) : ساختار یک پرسپترون ۳۸
شکل (۳-۱۲) : رابطه و نمودار تابع سیگموئید ۳۹
شکل(۳- ۱۳) : رابطه و نمودار تابع Hard-Limit ۳۹
شکل(۳- ۱۴) : رابطه و نمودار تابع تانژانت سیگموئید ۴۰
شکل (۳-۱۵) : پنجره اصلی جعبه ابزار شبکه های عصبی ۴۳
شکل(۳-۱۶) : پنجره شبیه سازی و مشاهده نتایج عملکرد شبکه عصبی ۴۴
شکل (۴-۱) : شکستگی های ناخواسته ناشی از انتخاب بردن اضافی ۵۳
شکل (۴-۲) : شکستگی های ناخواسته ناشی از سفتی فوق العاده پله ها ۵۳
شکل (۴-۳) : موقعیت چالهای روش ضرب خور و پیش شکافی نسبت به چالهای اصلی انفجار ۵۴
شکل(۴-۴) : پرتاب خرده سنگهای انفجاری به هوا از دامنه پله و دهانه چالها ۵۵
شکل (۴-۵) : طرح یک مدار انفجاری ۵۸
شکل (۴-۶) : روند کار نرم افزار Split Desktop ۶۱
شکل (۴-۷) : ساختار گرافیکی شبکه بدست آمده ۶۴
شکل(۴-۸) : ساختار شبکه های GRNN ۶۵

فهرست نقشه ها

عنوان **شماره صفحه**

نقشه ۴-۱: نقشه پی‌ت معدن چادرملو ۴۹

چکیده:

عملیات حفاری و انفجار از مهمترین فرآیندهای استخراجی روباز هستند که سایر فرآیندها به نحوی در ارتباط مستقیم و یا غیر مستقیم با آن می باشند. بهینه سازی این عملیات می تواند در کاهش حجم حفاری، میزان مصرف مواد منفجره، توزیع دانه بندی قطعات خرد شده و در نهایت هزینه های استخراج معادن سطحی مؤثر باشد.

در اغلب موارد برای طراحی یک الگوی آتشباری مناسب در معادن از روشهای سعی و خطا و تجربه (روشهای سنتی) استفاده می شود که اغلب برای معادن الگوی ایده آلی نمی دهد و علت آن بر میگردد به یکسان بودن الگوی آتشباری طراحی شده برای تمام بلوک های یک معدن، که این صحیح نبوده و باید برای هر بلوک از معدن با توجه به خصوصیات سنگ آن و انفجارهای گذشته مشابه، الگوی آتشباری تصحیح گردد.

با توجه به مطلب فوق و نیز پیچیده بودن طراحی الگوی آتشباری به خاطر چند متغیره بودن آن ، کاربرد دستاوردهای نوین در این فن لازم و ضروری می باشد. یک روش مناسب جایگزین طراحی های تجربی الگوهای آتشباری، استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی آموزش دیده بر مبنای الگوی های طراحی و اجرا شده پیشین می باشد. این روش مخصوص حل مسائل چند متغیره و پیچیده می باشد که از دقت و سرعت بالا و سهولت کاربرد برخوردار است.

از آنجایی که مهمترین هدف از انفجار در معادن رسیدن به خردایش مناسب است، طراحی الگوی آتشباری در این تحقیق نیز بر مبنای اندازه سایز سنگهای خرد شده پیش بینی شده توسط شبکه عصبی می باشد. بطوریکه قبل از انفجار بلوک، با توجه به اندازه سایز سنگهای خرد شده پیش بینی شده توسط شبکه عصبی و با توجه به ویژگیهای سنگ و ماده منفجره به اصلاح و بهینه کردن الگوی آتشباری قبلی پرداخته می شود و بدین وسیله از داشتن انفجار با خردایش نامناسب جلوگیری بعمل می آید.

روش کار با توجه به مطالب فوق به این صورت است که اطلاعات واقعی حفاری و آتشباری ۲۲ بلوک انفجار شده در معدن چادرملو شامل عوامل مؤثر بر خردایش سنگ بعنوان ورودی و متوسط سایز سنگهای خرد شده ناشی از انفجار به دست آمده از نرم افزار Split Desktop بعنوان خروجی، برای آموزش به شبکه عصبی داده شد.

پس از آموزش شبکه، با روش سعی و خطا شبکه عصبی مناسب با کمترین خطا حاصل شد. سپس خروجی این شبکه با اطلاعات واقعی چند بلوک که در آموزش شبکه مورد استفاده قرار نگرفتند، آزمایش شد و در نهایت شبکه به دست آمده با خطای بسیار کم، متوسط سایز سنگهای خرد شده بلوکهای مزبور را پیش بینی نمود.

بنابراین با استفاده از این شبکه به دست آمده می توان متوسط سایز سنگهای خرد شده را قبل از انفجار بلوک پیش بینی نمود و سپس در صورت نیاز، الگوی آتشباری پیشین تغییر و اصلاح کرد.