بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی
بخش مهندسی صنایع

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع
گرایش صنایع

بررسی و مدل سازی پدیده پین هول در چینی بهداشتی مطالعه موردی: کارخانه چینی بهداشتی ایساتیس

مؤلف:
عاطفه دهقان‌زاده بافقی

استاد راهنما:
دکتر حمید بازرگان

شهریورماه ۱۳۹۰

تقدیم به:

پدرم که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم

و به **مادرم**، دریای بی کران فداکاری،که وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه مهر

و به**همسرم**، اسطوره زندگیم، پناه خستگیم و امید بودنم

تشکر و قدردانی:

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

و با تشکر از جناب آقای دکتر بازرگان ، به دلیل یاریها و راهنماییهای بی چشمداشت ایشان که بسیاری از سختیها را برایم آسانتر نمودند.

همچنین از کادر مدیریتی و تمامی پرسنل کارخانه چینی بهداشتی ایساتیس یزد، به خاطر مساعدت هایی که به اینجانب نمودند،کمال تشکر را دارم.

چکیده

محصولات چینی بهداشتی دارای عیوب متعددی می باشند که باعث تبدیل محصول درجه بالاتر و مرغوب تر، به محصول درجه پایین تر می شوند. برخی از این عیب هابه گونه ای می باشند که تعداد کم آن ها در چینی بهداشتی، باعث افت شدید درجه محصول و در نتیجه افت قیمت آن خواهد شد. از جمله این عیوب، عیب موسوم به پین هول می باشد. پدیده پین هول در صنعت کاشی، سرامیک و چینی بهداشتی از نقطه نظرات مختلف مورد بحث وبررسی قرار گرفته و نتایج مفید و مؤثری نیز در خصوص ماهیت و نحوه پیدایش آن، بخصوص در بخش لعاب بدست آمده است. در این تحقیق تلاش می‌شود تا با بررسی و شناسایی عوامل تأثیر گذار بر روی پین هول، یک مدلِ پیش بینی برای درجه چینی بهداشتی از نظر پین هول، ارائه شود. بدین منظور با بررسی ادبیات تحقیق و همچنین مطالعه میدانی در شرکت چینی بهداشتی ایساتیس، تعداد هفت مشخصه انتخاب شده است تا با استفاده از آن‌ها یک مدل پیش‌بینی ارائه شود. برای ارائه مدل پیشنهادی از ابزارهای آماری، الگوریتم ژنتیک، شبکه عصبی و دیگر ابزارهای پیش بینی در مبحث هوش مصنوعی استفاده شده و یک مدل ترکیبی، برای پیش بینی تعداد پین هول و درجه چینی بهداشتی ارائه شده است. در نهایت نیز، برای بررسی میزان تأثیر هر یک از مشخصه‌ها بر روی خروجی مدل ترکیبی(یعنی تعداد پین هول)، تحلیل حساسیت انجام شده است.

واژه‌های کلیدی: پین هول،شبکه عصبی، رگرسیون بردار پشتیبان، رگرسیون افزایشی، مدل ترکیبی

فهرست مطالب

فصل ۱ : مقدمه ۱

محتوای فصل ۲

۱-۱- روش تولید چینی بهداشتی ۲

۱-۲-معرفی عیوب موجود در محصولات چینی بهداشتی ۳

۱-۳- دلائل انتخاب پینهول از میان سایر عیوب ٤

۱-۳-۱- پین هول ٦

۱-٤- اهداف تجزیه وتحلیل عیب پین هول ۷

۱-٥- کاربرد تجزیه تحلیل عیب پین هول ۸

۱-٦- ساختار پایان نامه ۸

فصل ۲ : مبانی نظری و مروری بر ادبیات ۹

محتوای فصل ۱۰

مبانی نظری ۱۰

۲-۱- شبکه‌های عصبی ۱۰

۲-۱-۱- مدل نرون مصنوعی- تک ورودی ۱۱

۲-۱-۱-۱- تابع تبدیل ۱۲

۲-۱-۲- مدل نرون مصنوعی- چند ورودی ۱۳

۲-۱-۳- ساختار شبکه های عصبی ۱٤

۲-۱-۳-۱- شبکه تک لایه ۱٤

۲-۱-۳-۲- شبکه های چندلایه (MLP) ۱٤

۲-۱-٤-الگوریتم یادگیری پس انتشارخطا ۱٦

۲-۱-٥- شبکه های تابع شعاع مدار(RBF) ۱۷

۲-۱-٥-۱- معماری ۱۷

۲-۱-٥-۲- آموزش یک شبکهRBF ۲۰

لایه پنهان ۲۰

لایه خروجی ۲۲

۲-۱-٦- شبکه عصبی رگرسیون عمومی (GRNN) ۲۳

۲-۱-۷- ماشینهای بردار پشتیبان ۲٥

۲-۱-۷-۱- رگرسیون بردار پشتیبان ۲٦

۲-۱-۷-۲- نکاتی درمورد رگرسیون بردارپشتیبان ۲۹

۲-۱-۸- روشهای جذبی ۳۰
۲-۱-۹- رگرسیون افزایشی ۳۱
فصل ۳: مدل پیشنهادی ۳٦
محتوای فصل ۳۷
۳-۱-تشریح مدل پیشنهادی ۳۷
۳-۱-۱-گامهای مدل پیشنهادی ۳۷
۳-۱-۱-۱- گام یک : بررسی آماری داده ها ۳۷
۳-۱-۱-۲- گام دو: یکسان نمودن مقیاسها ۳۹
۳-۱-۱-۳- گام سه: تخصیص مشخصه به رگرسورمناسب ۳۹
۳-۱-۱-٤- گام چهار : یادگیری گروهی ٤۰
۳-۲- برازش بیش از حد ٤۱
۳-۳- معرفی معیارهای ارزیابی برای پیش بینی ٤٤
۳-٤- وارسی اعتبار ٤٥
۳-٤-۱- کاربرد وارسی اعتبار ٤۷
۳-٥- معرفی برنامه‌های مورد استفاده ٤۷
۳-٦- تحلیل حساسیت ٤۸
۳-۷- موردکاوی ٤۹
فصل ٤: نتایج و تفسیر آن ها ٥۰
محتوای فصل ٥۱
٤-۱- مقدمه ٥۱
٤-۲- معرفی و بررسی اولیه داده ها ٥۲
٤-۲-۱- تبدیل جانسون(Johnson Transformation) ٥٤
٤-۲-۲- بررسی تأثیر انحنا برتعداد پین هول ٥٦
٤-۲-۳- بررسی توزیع داده های مربوط به هریک ازمشخصه ها ٦۰
٤-۳- اجرای گامهای مدل پیشنهادی ٦۰
٤-۳-۱- بررسی آماری دادهها (گام اول مدل) ٦۰
٤-۳-۱-۱- شناسایی نمونه های خارج ازمحدوده ٦۰
٤-۳-۱-۲- بررسی روابط مشخصه ها ٦۱
٤-۳-۱-۳- ضریب همبستگی پیرسون ٦۷
٤-۳-۱-٤- بررسی ارتباط هریک ازمشخصه‌ها با تعداد پین هول ٦۸
٤-۳-۱-٥- مشخصه‌های استخراجی براساس تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) ۷۰

٤-٣-١-٦- مشخصه‌های انتخابی براساس تحلیل انتخاب مشخصه همبستگی محور(CFS) ٧١
٤-٣-٢- پیش پردازش داده ها (گام دوم)..... ٧٢
٤-٣-٣- تخصیص مشخصه به رگرسور مناسب (گام سوم) ٧٣
٤-٣-٣-١- تنظیم پارامترها برای رگرسیون بردار پشتیبان..... ٧٣
٤-٣-٣-٢- بررسی سایر رگرسورهای مورد استفاده..... ٧٧
٤-٣-٤- یادگیری گروهی (گام چهار)..... ٨٠
٤-٣-٤-١- بررسی ترکیبات دو به دو رگرسورها..... ٨٤
٤-٤- تحلیل حساسیت مدل..... ٩٨
فصل۵ : جمع بندی و پیشنهادات **١٠٠**
٥-١- نتیجه گیری..... ١٠١
٥-٢- پیشنهادات..... ١٠٢
مراجع **١٠٤**
Abstract **١٠٧**

فهرست علائم

AG	میزان سایش مواد اولیه لعاب
CFS	مشخصه همبستگی محور
GRNN	شبکه عصبی رگرسیون عمومی
MLP	شبکه عصبی چند لایه
MT	دمای ماکزیمم کوره
P	پین هول
PCA	تحلیل مؤلفه اصلی
RBF	شبکه تابع شعاع مدار
SC	سرعت سرد شدن
SMT	سرعت رسیدن به دمای ماکزیمم کوره
ST	کشش سطحی مواد اولیه
TD	مدت زمان خشک شدن لعاب
V	ویسکوزیته لعاب
MSE	میانگین مربعات خطا
R	ضریب تعیین

فصل ۱

مقدمه

محتوای فصل

در این فصل ابتدا روش تولید چینی بهداشتی به طور اجمال توضیح داده شده و سپس ازعیوب مربوطه و به ویژه عیب پین هول، ذکری به میان آورده می شود.

۱-۱- روش تولید چینی بهداشتی [۱]

مواد اصلی محصولات چینی بهداشتی، عمدتاً کائولین، بال کلی، سیلیس و فلدسپات می باشد. بعضی از مواد ذکر شده به صورت کلوخه ای و بعضی نیز فرآوری شده است.

در واحد آماده سازی مواد کلوخه ای پس از توزیع، درون بالمیل ریخته شده و پس از سایش و رسیدن به دانه بندی مورد نظر، دورن بلانجر تخلیه می گردد. برخی از موادی که فرآوری شده، نیاز به سایش ندارند و پس از توزیع مستقیماً به درون بلانجر ریخته می شود. مواد درون بلانجر، به همراه یک سری دیگر از افزودنی ها، کاملا مخلوط شده و پس از رسیدن به خواص فیزیکی و شیمیایی مطلوب به مخازن ذخیره منتقل می گردد.

هر کدام از محصولات چینی بهداشتی، در واحد مدلسازی طراحی وسپس نمونه گیری می شوند. پس از نمونه گیری، قالب اولیه ساخته و ریخته گری می شود، تا محصولات تولید شده از هر نظر مورد تأئید قرار گیرد.

پس از تأئیدیه نهایی، مادر قالب ساخته شده و تحویل واحد قالب سازی می گردد. در واحد قالب سازی، از مادر قالب، به تعداد معینی قالب گچی ریخته گری می شود. پس از خشک شدن، به واحد تولید و سالن ریخته گری انتقال مییابند. مواد یا دوغاب آماده شده، از مخزن ذخیره، به وسیله پمپ، مخزن تحت فشار و لوله انتقال، وارد قالب های گچی می گردد.

پس از طی زمان مشخص و ایجاد ضخامت مناسب، مازاد دوغاب تخلیه می گردد و پس از بدست آمدن مقاومت لازم، قالب های گچی را باز کرده و اجناس را از قالب جدا و پس از پرداخت اولیه، برای خشک شدن به روی قفسه های خشک کن قرار می دهند. برای خشک شدن اجناس در داخل سالن یک روز زمان لازم است. روز بعد اجناس مجدداً مورد پرداخت قرار میگیرند و یک بار دیگر به واحد خشک کن منتقل می شوند.

در واحد لعاب زنی، اجناسی که از خشک کن تحویل گرفته می شود، در قسمت کابین صافکاری بارگیری شده و در صورت نیاز مجدداً صافکاری می شوند. و پس از ابر و آب زدن برای لعاب خوردن، بر روی صفحه کابین لعاب زنی، انتقال مییابند. واحد لعاب زنی به اندازه ضخامت مورد

---

[۱] برگرفته از کاتالوگ مراحل تولید

نیاز محصول، بر روی محصول توسط پیستوله به صورت کاملا تخصصی، لعاب می پاشد و در مرحله بعد محصول از لعابهای اضافی تمیز و برای پخت تحویل واحد کوره می گردد. برچسب آرم محصولات قبل از ورود به کوره بر روی محصولات الصاق می شود.

در واحد کوره اپراتور محصول لعاب خورده را پس از بارگیری با چیدمان مناسب، بر روی واگن های کوره قرار میدهد تا در زمان مقرر به داخل کوره انتقال یابد و با دما و سیکل مناسب، پخت صورت گیرد. بعد از پخت، واگن ها از کوره خارج و پس از سرد شدن در واحد مربوطه درجه بندی می گردد.

محصولات پس از تأئید توسط واحد کنترل کیفیت و انجام تست های مورد نیاز بسته بندی شده و به نحو مناسب با توجه به درخواست مشتریان به واحد بارگیری انتقال مییابند.

۱-۲-معرفی عیوب موجوددرمحصولات چینی بهداشتی[1]

محصولات چینی بهداشتی دارای عیوب متعددی می باشند که این عیوب باعث تبدیل محصول از درجه بالاتر به محصول با درجه پایین تر می شوند.

عیوب محصولات چینی بهداشتی دارای انواع بسیار زیادی می باشند که ۳۸ نوع از آن ها قابل شناسایی و رؤیت هستد. از میان آنها ١٦ عیب از مهمترین آنها به اختصار در زیر آورده شده است:

١. ترک پایه فرنگی
٢. سوختگی
٣. کم لعابی
٤. دو پوست
٥. ترک موئی
٦. ترک سر پایه
٧. ترک پشت مخزن فرنگی
٨. سوراخ هوا
٩. پین هول
١٠. دفرمگی
١١. ناصافی و موج

[1] برگرفته از لیست آمار کارخانه

۱۲. برفکی

۱۳. افتادن بست

۱٤. پریدگی لعاب

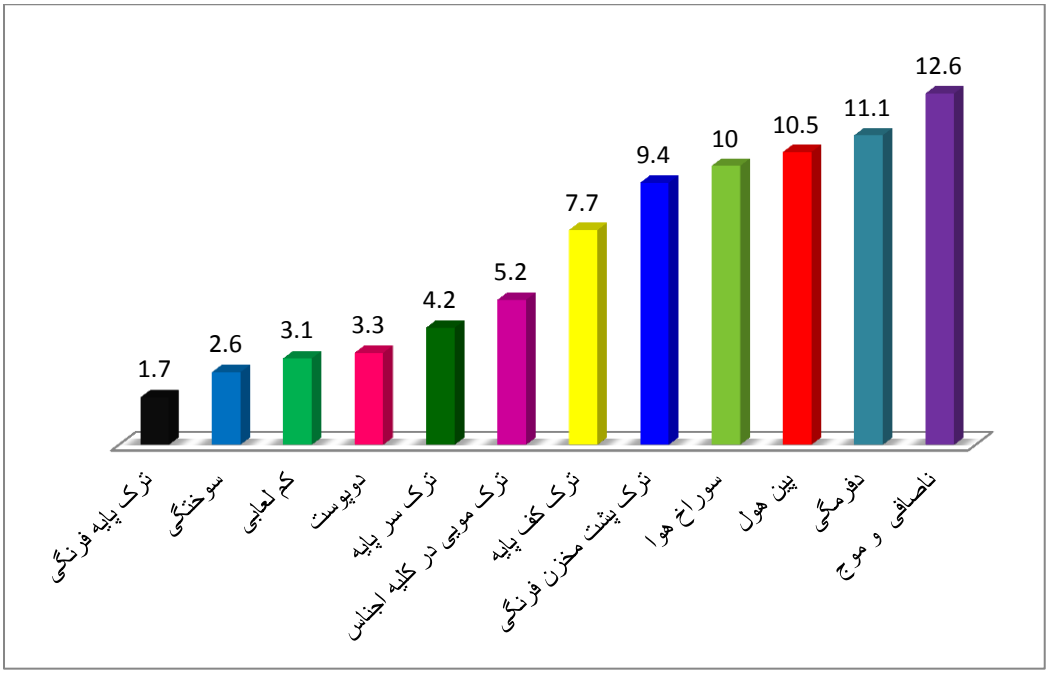
۱۵. ترک پانچ

۱٦. جوش- دانه

از میان این عیوب، پین هول از جمله عیب هایی است که تعداد کم آن در چینی بهداشتی، باعث افت درجه محصول و در نتیجه افت قیمت آن خواهد شد.

۱-۳- دلائل انتخاب پین هول از میان سایر عیوب

همان طور که در شکل (۱-۱)[1] نشان داده شده است، ٦ نوع از این عیوب دارای بیشترین فراوانی در بین این عیوب هستند بیشترین درصد از محصولات معیوب مربوط به این ٦ نوع می باشد. به عنوان مثال، ۱۰/۵ درصداز محصولاتی که به عنوان ضایعات شناخته می شوند، ناشی از عیب پین هول هستند.



شکل(۱-۱) پارتو فراوانی عیوب در محصولات تولیدی در طی یک سال تولیدات کارخانه

[1] برگرفته از لیست آمار کارخانه

محصولاتی که عیب آنها قبل از کوره شناسایی می شود، مجدداً به بالمیل برگردانده شده، خرد و دوباره مورد استفاده قرار می گیرند. این نوع اجناس به دو دلیل حائز اهمیت هستند. دلیل اول اینکه عیب آنها قبل از کوره شناسایی شده و هزینه پخت را متحمل نشده اند و دلیل دوم اینکه قابل بازیافت هستند.

بنابراین عیب پین هول علی رغم کمتر بودن فراوانی آن نسبت به عیوب ناصافی و دفرمگی، به دلیل ایجاد بعد از پخت محصول در اولویت بررسی قرار می گیرد.

علاوه بر دلایل ذکر شده، همان طور که در جدول (۱-۱)[1] آمده است، پین هول از جمله عیوبی است که تعداد کم موجود در محصول باعث افت شدید کیفیت و قیمت محصول می شود.

بنابراین سرمایه گذاری برای شناسایی و حذف پین هول نسبت به عیوب دیگر به مراتب مهم تر و مقرون به صرفه تر است.

جدول(۱-۱) دستوالعمل کنترل کیفیت و درجه بندی برای عیوب پر تعداد

عیوب	درجه ۲	درجه ۳	درجه ٤	ضایعات
ناصافی و موج	اگر قابل تشخیص نباشد (داخل دید نباشد)	قابل تشخیص باشد	در سایز بزرگ قابل تشخیص باشد	–
دفرمگی	در معرض دید نباشد	در معرض دید باشد	در سایز بزرگ در معرض دید باشد	–
پین هول	۵ عدد پراکنده در سطح	۱۰ عدد پراکنده یا ٤ عدد تجمعی	به هر اندازه	به هر اندازه
سوراخ هوا	درسطح غیرترشو بیش از ۱ عدد یا درسطح ترشو ۱عدد	در سطح ترشو حداکثر ۳ عدد کوچک	در سطح ترشوحداکثر ۱ عدد بزرگ و یا ۵ عدد کوچک	–
ترک پشت مخزن فرنگی	–	–	اگر به پانچ پشت مخزن برسد	اگر از پانچ پشت مخزن عبور کند
ترک کف پایه	–	کمتر از ۲ سانتی متر	بیشتر از ۲ سانتی متر	اگر به جلوی جنس بیاید

[1] برگرفته از دستورالعمل درجه بندی ایزو در واحد کنترل کیفیت

۱-۳-۱- پین هول[1]

پین هول در تمام قسمت های بدنه محصولات چینی بهداشتی دیده می شود. دلیل مشکل بودن رفع پین هول، عوامل مؤثر متعددی است که به ریشه عیب بر می گردد، مانند زمان پخت، ذوب لعاب و ... که محدودیت های زیادی ایجاد کرده است.

با نگاه کردن با چشم غیرمسلح به یک میکروسکوپ کوچک به سطح قطعه ای که پین هول دارد، مشابه شکل (۱-۲) حفره هایی با اندازه و عمق های بسیار متنـوع می توان دید که به نظر می رسـد با نوک سوزن ایجاد شده اند.

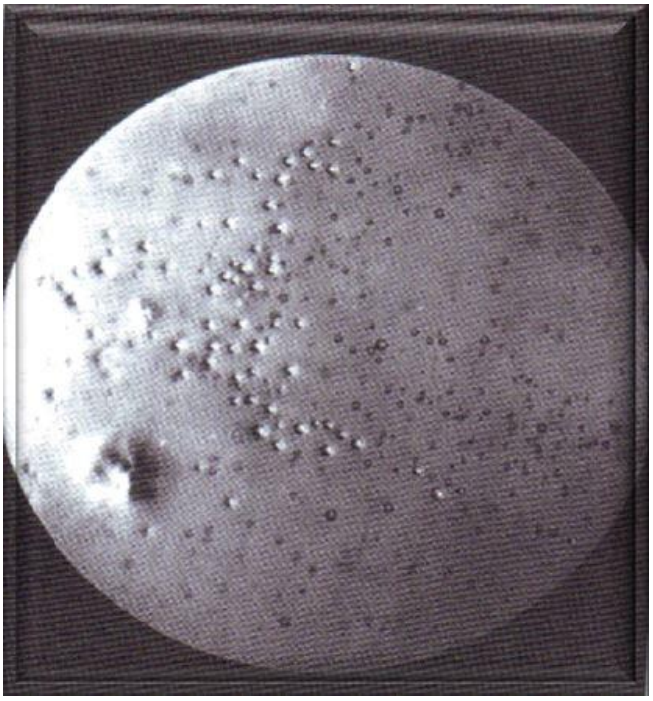
این عیب بر اساس اندازه ابعادی به چهار گروه تقسیم بندی می گردد:

۸۰۰-۴۰۰ میکرون – جوش

۴۰۰- ۲۰۰ میکرون –پوست پرتغالی

۲۰۰- ۱۰۰ میکرون- پوست تخم مرغی

۱۰۰ – ۸۰ میکرون – حباب



شکل (۱-۲) شماییک سطح دارای پین هول

[1] کاتالوگ عیوب چینی بهداشتی

۱-٤- اهداف تجزیه و تحلیل عیب پین هول

مقوله پین هول در صنعت کاشی، سرامیک و چینی بهداشتی، سالهاست که از نقطه نظرات مختلف مورد بحث وبررسی قرار گرفته و نتایج مفید و مؤثری نیز در خصوص ماهیت و نحوه ایجاد آن، بخصوص در بخش لعاب بدست آمده است. ازجمله اهداف تحقیق بررسی ارتباط های زیر است:

یافتن ارتباط بین انحنای سطح محصول با تعداد پین هول در محصول

یافتن ارتباط بین میزان کشش سطحی مواد اولیه با تعداد پین هول در محصول

یافتن ارتباط بین میزان ویسکوزیته لعاب با تعداد پین هول در محصول

یافتن ارتباط بین فرآیند فریت شدن لعاب با تعداد پین هول در محصول

یافتن ارتباط بین میزان سایش لعاب با تعداد پین هول در محصول

یافتن ارتباط بین مدت زمان ماندن در دمای ماکزیمم کوره با تعداد پین هول در محصول

یافتن ارتباط بین سرعت سرد شدن لعاب با تعداد پین هول در محصول

یافتن ارتباط بین سرعت رسیدن به دمای ماکزیمم کوره با تعداد پین هول در محصول

سوالاتی که می تواند در این رابطه پاسخ داده شود:

۱. آیا قبل ازپخت کوره، با توجه به میزان کشش سطحی مواد اولیه،می‌توان درجه محصول را ازنظر تعدادپین هول پیش‌بینی کرد؟

۲. آیا قبل از پخت کوره، با توجه به میزان ویسکوزیته لعاب می توان درجه محصول را از نظر تعداد پین هول پیش بینی کرد؟

۳. آیا قبل از پخت کوره، با توجه به فریت شدن لعاب می توان درجه محصول را از نظر تعداد پین هول پیش بینی کرد؟

٤. آیا قبل از پخت کوره، با توجه به میزان سایش لعاب می توان درجه محصول را از نظر تعداد پین هول پیش بینی کرد؟

۵. آیا سرعت رسیدن به دمای ماکزیمم کوره با تعداد پین هول در محصول ارتباط دارد؟

٦. آیا مدت زمان ماندن در دمای ماکزیمم کوره با تعداد پین هول در محصول ارتباط دارد؟

۷. آیا سرعت سرد شدن لعاب با تعداد پین هول در محصول ارتباط دارد؟

۸. آیا منحنی یا مسطح بودن محصول با تعداد پین هول در محصول ارتباط دارد؟

۱-۵- کاربرد تجزیه تحلیل عیب پین هول

از جمله کاربرد های تجزیه تحلیل عیب پین هول موارد زیر است:

۱. استفاده از این ارتباط به صورت نرم افزاری در کارخانجات چینی بهداشتی
۲. سهل و سریع شدن تشخیص درجه کاشی با توجه به میزان پین هول و عوامل مرتبط با آن
۳. کاهش هزینه ها و مخارج تولید

در این پروژه بررسی های عملی در خصوص عوامل مؤثر در بروز پین هول از نظراثرات لعاب چینی بهداشتی و نیز جلوگیری از ایجاد این عیب، قبل از ورود محصول به کوره، صورت خواهد گرفت. هدف از این پژوهش، یافتن رابطه ای مؤثر بین عوامل معرفی شده، با تعداد پین هول در محصول است.

۱-٦- ساختار پایان نامه

فصل اول شامل مراحل تولید، موضوع مورد بررسی و دلایل انتخاب این موضوع می باشد.

در فصل دوم مبانی نظریومقالات ارائه شده در حوزه عیوب محصولات کاشی، سرامیک و چینی بهداشتی بررسی می‌شوند.

ابزارهای مورد استفاده در این مدل شامل پرسپترون های چند لایه، شبکه‌های تابع شعاعی (شعاع مدار)، رگرسیون بردار پشتیبان، رگرسیون افزایشی و همچنین چند تکنیک ساده آماریمی‌باشد. که در فصل سوم در طول ارائه مدل در مورد آن‌ها با جزئیات بحث شده است.

در فصل چهارم نتایج تحقیقات و خروجی نرم افزارها به تفصیل بیان می شود.

و در پایان درفصل پنجم به جمع بندی مطالب ارائه شده پرداخته و پیشنهاداتی برای مطالعات آتی ارایه می‌نماید.

فصل ۲

مبانی نظری

و

مروری برادبیات

محتوای فصل

در این فصل ابتدا تئوری ابزارهای هوش مصنوعی مورد استفاده برای پیش بینی در این پایان نامه توضیح داده می شود که شامل شبکه‌های عصبی مانند پرسپترون های چند لایه، شبکه‌های پایه شعاعی و ... می‌شود. همچنین یک معرفی کوتاه از ماشین‌های بردار پشتیبان خواهیم داشت. که مدل ارائه شده در فصل سوم بر مبنای این ابزارها خواهد بود.وسپس با بررسی کارهای انجام شده در مورد پدیده پین هول، پی برده شود که کدامین عوامل بر روی پین هول تأثیر گذار هستند.

مبانی نظری

۲-۱- شبکه‌های عصبی[۱]

ایده شبکه‌های عصبی (مارکولیدز، ۲۰۰۵) تشخیص این مطلب بود که سیستم پیچیده یادگیری در مغز انسان شامل مجموعه نرون‌هایی است که به شدت به هم مرتبط هستند. اگر چه یک نرون خاص به تنهایی ممکن است از نظر ساختار ساده باشد، شبکه‌هایحجیم نرون های مرتبط با هم می‌تواند وظائف یادگیریپیچیده‌ای را مانند دسته بندی و تشخیص الگو انجام دهد.

سلول‌های مغز انسان دارای ساختار متفاوتی از سایر سلول‌های بدن هستند و به این سلول‌های مغزی نرون[۲] گفته می‌شود. هر نرون یک بدنه، یک آکسون[۳] و چندین دندریت[٤] داشته و واسط بین آکسون یک نرون و این ساختار نرون در مغز انسان به تعداد 10^{11} تکرار می‌شود و از آنجا که هر نرون حداقل به ۱۰،۰۰۰ نرون دیگر متصل است، در مغز انسان 10^{15} اتصال سیناپسی وجود دارد که تمامیفعالیت‌های ذهنی را به انجام می‌رسانند.

دندریت‌های نرون های دیگر سیناپس[٥] نام دارد. همچنین هر نرون بر اساس یک آستانه تحریک در یکی از دو وضعیت تحریک شده[٦] و ساکن[۷] قرار می گیرد.

۱Neural Network

۲neuron

۳Axon

٤Dendrites

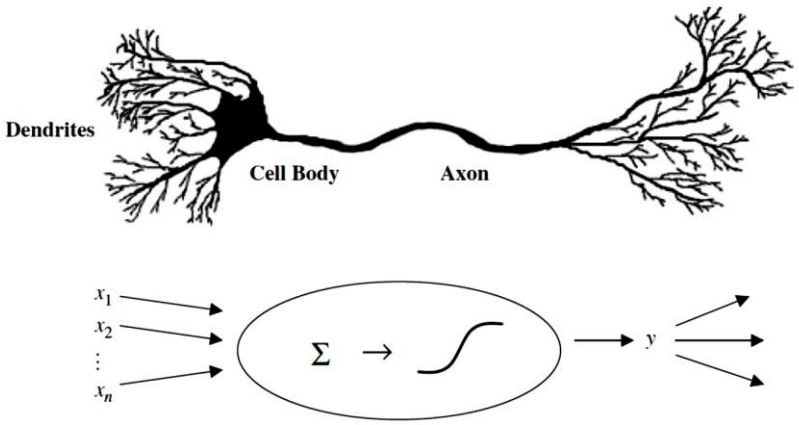
٥ synapse

٦firing

۷ rest

همان‌طور که در شکل (۲-۱) نشان داده شده است، یک نرون واقعی از دندریت‌ها استفاده می‌کند تا اطلاعات را از سایر نرون ها جمع آوری کنند و اطلاعات ورودی را ترکیب نماید، سپس یک پاسخ (تحریک شدن) غیر خطی را در صورت رسیدن به یک سطح آستانه با استفاده از آکسون به سایر نرون ها ارسال می‌کند. شکل (۲-۱) همچنین یک مدل نرون مصنوعی را نشان می‌دهد که در اغلب شبکه‌های عصبی استفاده می‌شود.

ورودی(x_i) از نرون های بالاسری (یا مجموعه داده) جمع آوری و از طریق یک تابع مثل مجموع ($\sum$) ترکیب می‌شوند، که سپس وارد یک تابع فعال‌سازی (معمولا غیر خطی) شده تا یک پاسخ خروجی(y) را تولید کنند که سپس به نرون های پایین سری هدایت می‌شود.



شکل (۲-۱) مدل نرون مصنوعی و نرون واقعی

۲-۱-۱- مدل نرون مصنوعی- تک ورودی

(هادسون و دنوس،۲۰۱۱)

نرون کوچک‌ترین واحد پردازشگر است، که اساس عملکرد شبکه‌های عصبی را تشکیل می‌دهد. شکل (۲-۲) ساختار یک نرون تک ورودی را نشان می‌دهد. اسکالرهایp و a به ترتیب ورودی و خروجی می‌باشند.

میزان تأثیر a به وسیله اسکالر w تعیین می‌شود. ورودی دیگر که مقدار ثابت ۱ است، در جمله بایاس b ضرب شده و سپس با wp جمع می‌شود، این حاصل جمع، ورودی خالص n برای تابع محرک (یا تابع تبدیل) f خواهد بود. بدین ترتیب خروجی نرون با معادله زیر تعریف می‌شود:

$$a = f(wp + b) \qquad (۲-۲)$$

در مقایسه این مدل تک ورودی با یک نرون بیولوژیکی، w معادل شدت سیناپس، مجموعه جمع