سامانه خبره برای درجه‌بندی فرش ماشینی

نوشین همتی[i]؛ محمد امانی تهران[ii]؛ عبدالحسین صادقی[iii]

چکیده

فرش ماشینی در زمره مهمترین تولیدات صنعت نساجی ایران است. با توجه به اینکه پیدایش عیب یکی از پدیده‌های معمولی در طی فرایند تولید می‌باشد، درجه‌بندی فراورده پایانی در این فرایند اجتناب‌ناپذیر است. کنترل کیفیت فرش ماشینی هم اکنون به کمک چشم انجام می‌شود. با توجه به اینکه انسان در تصمیم‌گیری‌هایش به مشکلاتی همچون خطا، خستگی ناشی از تکرار، سرعت کم و ... دچار می‌شود و دیگر آنکه به یاد داشتن عیوب متنوع فرش و سطوح آنها برای انسان کار آسانی نیست، در این تحقیق سامانه خبره‌ای ارائه می‌شود که می‌تواند با دریافت عیوب فرش آن را درجه بندی نماید. به علاوه این سامانه، بر خلاف روش متداول که عیب مؤثرتر ملاک تصمیم است، فرش را بر اساس تاثیر تمامی عیوب روی کیفیت آن، درجه‌بندی می‌کند. دانش این سامانه از جداول درجه‌بندی کارخانه‌های فرش ماشینی و بهره‌گیری از تجربه‌های افراد متخصص گرفته شده است. بازنمائی دانش در این سامانه مبتنی بر قاعده است. این سامانه پس از دریافت عیوب از کاربر و برابر نمودن آن با قواعد موجود در پایگاه دانش، درجه فرش و نیز استنتاج انجام‌شده برای درجه‌بندی هر فرش را ارائه می‌کند. نتایج بکارگیری آزمایشی این سامانه نشانگر برابری بسیار مناسب نتایج با روش درجه‌بندی دستی بوده است.

کلمات کلیدی : پایگاه دانش، درجه‌بندی، سامانه خبره، عیب، فرش، موتور استنتاج

Expert System for Carpet Grading

N.Hemati; M.Amani Tehran; A.H. Sadeghi

ABSTRACT

Woven carpet is one of the most important products of the Iranian textile industries. The final product may include nonconformities, due to process faults. Therefore, carpet is graded at final inspection. Quality control of the carpet is still followed by observational actions. Normally, such human actions are affected by feelings, unavoidable mistakes, fatigue, slowness, etc. In addition, a quality controller must keep in his mind all carpet faults and their intensities simultaneously, and this is not an easy work.

According to these facts, in this research, an expert system was developed, which can grade the carpet after declaring the faults. Contrary to conventional evaluation system, in which only the greatest faults is considered, in the suggested system all faults are evaluated aggregately, and the suitable grade is devoted.

The knowledge of the system has been gathered from carpet manufacturing factories by interviewing their experts, and specified according to rule based representation. After entering the faults data by the user, the system processes the input data by choosing the proper rules from the defined knowledgebase, and at the end presents the resulted grade. Moreover, the system can show the inference used during carpet grading. To examine the validity of the designed system, 100 carpets evaluated by both suggested and conventional observational systems, and excellent agreement between them were noticed.

KEYWORDS : Carpet, Expert system, Fault, Grading, Inference Engine, Knowledge Base

[i] کارشناسی ارشد تکنولوژی نساجی: Email: nooshin_hemati@aut.ac.ir

[ii] دانشیار دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر: Email: amani@aut.ac.ir

[iii] استادیار دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، رئیس پژوهشکده مواد و فناوریهای پیشرفته در نساجی Email;hsadeghi@cic.aut.ac.ir

۱- مقدمه

فرش ماشینی در زمره مهمترین تولیدات صنعت نساجی می‌باشد. پیدایش عیب یکی از پدیده‌های معمولی در طی فرایند تولید فرش می‌باشد، لذا انجام درجه‌بندی محصول بخشی اجتناب‌ناپذیر در این فرایند است. هم اکنون درجه بندی فرش ماشینی توسط افراد خبره‌ای که در این کار دارای تجربه‌اند، انجام می‌شود. به این صورت که پس از مرحله تولید، فرش وارد سالن کنترل کیفیت شده و روی میز درجه‌بندی پهن می‌شود. سپس به دقت دیده شده و عیوب آن مشخص می‌شود. این عیوب ممکن است در مراحل مختلف تولیدی فرش ایجاد شده باشد. پس از مرحله تشخیص عیب، نوبت به تصمیم‌گیری راجع به درجه فرش ماشینی می‌رسد. هر یک از کارخانجات تولید فرش ماشینی دارای جدول درجه‌بندی مخصوص به خود هستند، که درآن سطوح عیب مربوط به هر یک از درجات، بیان شده است. عیبی که توسط فرد خبره دیده می‌شود، طبق این جدول درجه فرش را مشخص می‌کند.

به دلیل اینکه انسان در تصمیم‌گیری هایش دچار مشکلاتی چون خطا، خستگی ناشی از تکرار، سرعت کم و ... می‌باشد، همچنین به یاد داشتن عیوب زیاد و گوناگون فرش و سطوح بروز آنها برای انسان کار آسانی نیست، فرایند درجه‌زنی محصولات کارخانجات فرش ماشینی فرایندی پیچیده، خطاپذیر و متکی بر تجربه شخصی می‌باشد.

به علاوه در کارخانجات عمل درجه‌بندی فرش براساس بزرگترین عیب موجود در آن صورت می‌گیرد، در حالیکه همه عیوب بر روی کیفیت فرش مؤثر هستند.

از طرف دیگر رشد ارتباطات و اهمیت فوق‌العاده اطلاعات در نظام کنونی مدیریت و تصمیم‌گیری فردی و سازمانی، باعث گردیده تا در دنیای کنونی، که با سرعت قابل توجهی به سمت جهانی شدن و یکپارچگی در حرکت است، سامانه‌های نوین تصمیم‌گیری نقش و اهمیت روز افزونی پیدا کنند[۱].

سامانه‌های پشتیبان تصمیم(DSS) سامانه‌هایی کامپیوتری هستند، که به کاربرانشان در امر داوری و انتخاب عملیات خاصی کمک می‌کنند[۳]. یکی از انواع سامانه‌های پشتیبان تصمیم سامانه‌های خبره می‌باشند که عمل خبرگی اشخاص را توسط خبرگی کامپیوتر انجام می‌دهند[٤]. در طیف DSS، سامانه‌های خبره سامانه‌های پیشنهاد دهنده محسوب می‌شوند به طوری که نتیجه عملکرد آنها حاوی پیشنهادی برای یک عمل خاص است[٥].

تفاوت عمده سامانه خبره با دیگر نرم‌افزارها در این است که سامانه‌های خبره، دانش را پردازش می‌کنند. در واقع به آنها سامانه‌های مبتنی بر دانش نیز گفتهٔ می‌شود[٦].

دانش، آمیزه‌ای از تجربیات، ارزشها، اطلاعات و نگرشهای کارشناسی نظام‌یافته را شامل می‌شود[۷].

سامانه خبره شامل دو بخش اصلی پایگاه دانش و موتور استنتاج است. در واقع موتور استنتاج با پشتیبانی پایگاه دانش عمل تصمیم‌گیری را انجام می‌دهد. موتور استنتاج سامانه خبره با پایگاه‌دانش آن در ارتباط است[۸].

استفاده از سامانه‌های خبره در جایی سودمند است که هزینه استخدام افراد خبره بالا باشد، در دسترس نباشند و در تصمیم‌گیری‌هایشان اختلاف نظر داشته ویا بر روی تصمیم خویش تعصب داشته‌باشند[۹].

همچنین سامانه‌های خبره دارای چندین خصوصیت قابل توجه هستند از جمله: افزایش قابلیت دسترسی به دانش، کاهش هزینه، کاهش خطر، افزایش دوام و بقاء دانش، افزایش قابلیت اطمینان در تصمیم‌گیری و ارائه پاسخ سریع، کامل، ثابت و غیرحساس در همه مواقع به کاربران[۲].

در این تحقیق سامانه خبره‌ای که در واقع یک سامانه کمک به فرایند تصمیم‌گیری است، برای درجه‌بندی فرش ماشینی طراحی شده است. سامانه خبره‌ای که بتواند پس از دریافت عیوب فرش، آن را درجه‌بندی نماید. در واقع این سامانه خبره در مورد درجه‌بندی فرش ماشینی تصمیم‌گیری می‌کند. گفتنی است که این سامانه فقط کار تصمیم‌گیری را انجام می‌دهد و همچنان وظیفه تشخیص عیب بر عهده انسان می‌باشد.

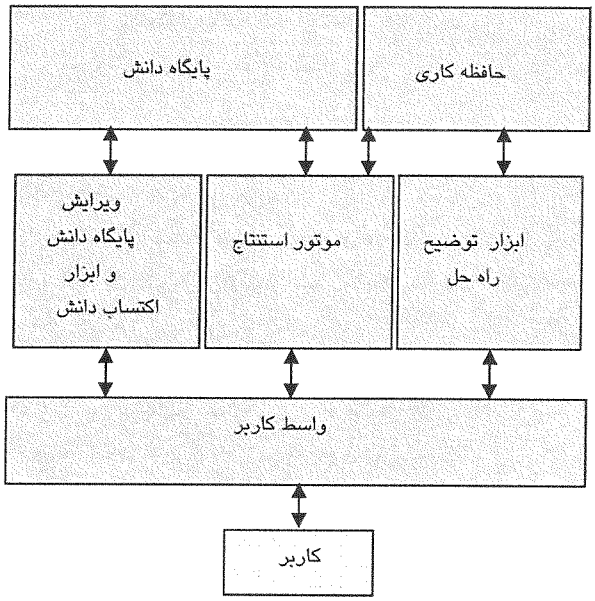
این سامانه به گونه‌ای طراحی شده‌است که می‌تواند فرش را بر اساس تاثیر تمامی عیوب موجود در آن درجه‌بندی نماید. در حالیکه هم اکنون محصولات فرش ماشینی، به علت ناتوانی در منظور نمودن تمامی عیوب در یک فعالیت ذهنی کارشناس تجربی درجه‌زنی، فقط بر اساس مهم‌ترین عیب درجه‌زنی می‌شود. بنابراین، یک فرش حاوی چندین عیب جزئی غیرمهم، می‌تواند درجه یک (بی‌عیب) تلقی شود.

برای طراحی این سامانه، پایگاه داده‌ای توسط نرم‌افزار پایگاه داده "اکسس"، متشکل از داده‌های تخصصی درجه‌بندی فرش ماشینی، طراحی شد. این دانش توسط مصاحبه مهندس دانش با افراد متخصص در امر درجه‌بندی فرش صورت گرفت.

پس از این مرحله موتور استنتاج سامانه که از قوانین موجود در پایگاه دانش برای درجه‌بندی فرش استفاده می‌کند طراحی شد. برای طراحی واسط کاربر، سامانه و موتور استنتاج نیز از زبان برنامه نویسی "Borland C++ Builder" استفاده شد.

۲- معماری سامانه

در این تحقیق تلاش شده‌است تا براساس مراحل تکمیل یک سامانه خبره، عمل گردد. این مراحل عبارتند از: انتخاب موضوع مساله، مشخص کردن مرز دانش، مشخص‌کردن نتایج پایانی سامانه، مشخص‌کردن منابع دانش، اکتساب دانش و پیاده‌سازی سامانه خبره. شکل (۱) ارتباط قسمتهای مختلف سامانه خبره را نمایش داده است.



شکل(۱) : ارتباط قسمتهای مختلف سامانه خبره

انتخاب مساله برای مشخص‌کردن مرز دانش سامانه خبره انجام می‌شود که در این تحقیق مساله برابر با موضوع تحقیق است. یعنی طراحی سامانه خبره برای درجه‌بندی فرش ماشینی می‌باشد. بنابراین دانش سامانه محدود به عیوب فرش ماشینی است و همچنین محدود به دانشی است که در فرایند کسب دانش، بدست‌آمده‌است در صورتیکه مرز مساله فراتر از این محدوده است.

بطور کلی هدف این تحقیق، طراحی یک "سامانه خبره برون‌خط"[۱] می‌باشد. یک سامانه برون‌خط، سامانه‌ای است که درک از محیط توسط کاربر به سامانه داده می‌شود و خود قادر به درک از محیط اطراف خود نیست. اما در مرحله پیاده‌سازی این نکته مدنظر است که بتوان سامانه را به راحتی، به صورت یک سامانه "برخط"[۲] ارتقا داد. منظور از سامانه برخط سامانه‌ای است که خود قادر به درک محیط است. بنابراین سامانه قادر است تا بصورت خودکار عیب بوجود آمده را تشخیص داده و سپس درجه فرش را اعلام نماید.

۲-۱- اکتساب دانش

اولین وظیفه مهندس دانش، آشنا شدن با حیطه کاری مورد نظر از طریق درک و فهم واژه‌ها و مفاهیم پایه است. چنین اطلاعاتی، اغلب از دستورالعمل‌ها[۳]، کتب، اسناد داخلی سازمان و امثال آن کسب می‌شود. چون این اطلاعات می‌تواند به سرعت از رده خارج گردد، به ناچار لازم است با متخصصین آن دانش نیز مصاحبه‌هایی صورت پذیرد. همچنین به دلیل اینکه دانش بدست آمده از دستورالعمل‌ها ممکن است، پراکنده و غیر منسجم باشد، کسب دید کلی از مسئله مورد نظر بدون انجام مصاحبه دشوار است. زیرا کارشناسان حرفه مورد نظر بطور دائم در حال یادگیری مطالب جدید هستند، ولی دانش موجود در اسناد همیشه به روز نیست.

مشکلات اکتساب دانش، اغلب گلوگاهی در توسعه سامانه‌های خبره به حساب آمده و مشکل‌ترین مرحله در ایجاد یک سامانه خبره به شمار می‌رود[۱].

در طول اکتساب دانش، پرسشهایی از متخصصین پرسیده می‌شود که عبارتند از[۱۰]:

بر چه اساسی شما فکر می‌کنید؟

آیا با این نتایج راضی می‌شوید؟

مقادیر بحرانی برای این کمیت چقدر هستند؟

اگر شما این اطلاعات را نداشتید چگونه تصمیم می‌گرفتید؟

آیا فاکتورهای دیگری را نیز در نظر می‌گیرید؟

اکتساب دانش در دو مرحله انجام شد، در مرحله اول یک تصویر کلی از مساله بدست آمد بدون اینکه به جزئیات مساله پرداخته شود. در این مرحله سامانه درجه‌بندی فرش و عیوب آن شناخته شد. هر کارخانه تولید فرش ماشینی دارای جدول درجه‌بندی مخصوص به خود می‌باشد که در آن هر عیب به همراه سطوح آن گفته و بر اساس افزایش شدت سطوح هر عیب، فرش درجه‌بندی می‌شود.

در این مرحله عیوب به شش دسته تقسیم شدند. این تقسیم‌بندی منحصر به این تحقیق بوده و توسط نویسندگان برای سادگی اکتساب دانش انجام شده است. تقسیم‌بندی شامل: عیوب طرح، عیوب پود، عیوب خاب وسطح، عیوب پشت، عیوب فنی و عیوب حساس می‌باشد. عیوب حساس به گروهی گفته می‌شود که برای درجه خاصی نباید در فرش وجود داشته باشد. در نتیجه با وجود هر کدام از این عیوب در فرش، درجه فرش کاهش می‌یابد.

دامنه دانش این سامانه خبره شامل عیوبی است که توسط نگارنده از کارخانجات و افراد متخصص در امر درجه‌بندی فرش گرفته شده است. در طراحی سامانه خبره به هر یک از عیوب و سطوح مرتبط به آن یک کد ویژه اختصاص داده شده

است. که در نرم‌افزار این کدها پردازش می‌شوند.

مرحله دوم اکتساب دانش، بعد از پیاده سازی اولیه پایگاه دانش صورت گرفت. در این مرحله قواعد با جزئیات بیشتری به سامانه اضافه گردید. در پایگاه دانش عیوب بر اساس تواتر اتفاق افتادن آنها آورده شده‌است. به این صورت که عیوب بر اساس تواتر وقوع به پنج دسته تقسیم شده‌اند که شامل: وقوع خیلی زیاد، زیاد، معمولی، کم و خیلی‌کم می‌باشد. این طبقه‌بندی برای کاهش زمان اعلام عیوب توسط کاربر به سامانه انجام شد. گفتنی است تمامی مراحل مختلف پیاده‌سازی دانش تحت نظر متخصصین قرار داشته است.

۲-۲- روش درجه‌بندی فرش در سامانه

هم‌اکنون در کارخانجات فرش ماشینی عمل درجه‌بندی فرش ماشینی به سبب غیر ممکن بودن به خاطر سپردن کلیه عیوب فرش و سطوح مختلف آنها، براساس بزرگترین عیب آن انجام می‌شود. درحالیکه تمامی عیوب در کیفیت فرش مؤثر می‌باشند. در این سامانه سعی شده‌است علاوه بر پشتیبانی روش درجه‌بندی کارخانجات، درجه‌بندی فرش بر اساس ترکیب عیوب یعنی تمامی عیوب موجود در فرش باشد.

در جدول درجه‌بندی کارخانجات ترکیب عیوب وتاثیر آن روی کیفیت فرش گفته نشده است. برای این منظور عیوب فرش به شش گروه تقسیم‌بندی شدند. سپس به هر گروه از عیوب بر اساس تاثیری که بر کیفیت و ظاهر فرش دارد، وزنی اختصاص داده شد که در این تحقیق بدان وزن گروه[۴] (GW) گفته می‌شود.

به هر سطح از عیوب نیز وزنی اختصاص داده شد که آن هم با نام وزن سطح[۵](LW) خوانده می‌شود. برای هر یک از سطوح درجه‌بندی که شامل درجه‌های ۱ ، ۱/۵ ، ۲ ، ۳ و ضایعات می‌باشد نیز یک مقدار بحرانی[۶](CV) در نظر گرفته شد. وزن هر کدام عیوب حساس به تنهایی بیش از CV تعیین گردید. وقتی چند عیب با سطوح مختلف در یک فرش رخ می‌دهد، از طریق رابطه (۱) درجه فرش تعیین می‌شود.

$$\sum(GW * LW) \leq CV \qquad (۱)$$

یعنی در واقع مجموع حاصلضرب‌های وزن گروه هر عیب در وزن سطح آن عیب، باید کمتر یا مساوی مقدار بحرانی درجه خاصی باشد تا فرش با آن درجه اعلام شود. این رابطه پس از بررسی و بحث با متخصصین امر درجه‌بندی فرش بدست آمد. نکته مهم این است که با اینکه امکان تغییر هر یک از وزنهای گروه و سطوح عیوب فرش می‌باشد، باید رابطه یاد شده برای درجه‌بندی فرش رعایت شود.

۲-۳- بازنمایی دانش

بازنمایی دانش در این سامانه بصورت قاعده (قانون) در نظر گرفته‌شده است. قانون یک عنصر ساده دانش است، که وضعیت و اولویت آن را بیان می‌کند. به عبارت دیگر قانون، واقعیات[۷] یا مشاهدات[۸] را با اعمال[۹] یا ادعاها[۱۰] ارتباط می‌دهد[۱۰]. قانون از دو بخش شرط و عمل تشکیل می‌شود. یک قانون ساده عبارت است از:

اگر < شرط > آنگاه < عمل۱ > درغیر اینصورت< عمل۲> درواقع وقتی شرط درست باشد بخش عمل۱ انجام می‌شود [۱۱].

قسمت "شرط" قسمت سمت چپ و قسمت "عمل" قسمت سمت راست نامیده می‌شود.

در قسمت سمت چپ شرطها قرار می‌گیرند، شرط جمله‌ایست که شامل یک واقعیت است که در صورت اتفاق افتادن مقدار "درست[۱۱]" و غیر این صورت مقدار "نادرست[۱۲]"می‌گیرد. چند شرط می‌توانند بوسیله عملگرهای منطقی با هم ترکیب شوند. این عملگرها عبارتند از: OR ، AND و NOT . نتیجه ترکیب جملات بوسیله عملگرهای منطقی نیز "درست" یا "نادرست" می‌باشد. بنابراین اگر قسمت سمت چپ قانون نتیجه "درست" بدهد، عمل ۱ سمت راست اجرا خواهد شد. در غیر اینصورت عمل۲ به اجرا گذارده می‌شود. ولی اگر قسمت "در غیر اینصورت" وجود نداشته باشد، این قانون اجرا نخواهد شد.

استفاده از قوانین باعث افزایش وضوح و درک بهتر استنتاج سامانه می‌شود[۱۲].

برای پیاده‌سازی قوانین در سامانه خبره، ابتدا تصمیم بر آن شد تا سامانه استنتاج طراحی شود. به این منظور برنامه کامپیوتری کوچکی طراحی شد، که از قوانین سامانه برای درجه‌بندی فرش‌های فرضی استفاده می‌کرد. عیوب فرش‌های فرضی از طریق پایگاه داده دریافت می‌شد و سپس توسط ترکیب قوانینی که آنها نیز از پایگاه داده استخراج می‌شود، درجه فرش اعلام می‌شد. اگر کلیه الگوهای یک قانون با واقعیات موجود در لیست حقایق منطبق شدند، قانون فعال[۱۳] می‌شود و در برنامه عملیات[۱۴] قرار می‌گیرد. برنامه عملیات مجموعه‌ای از قوانین فعال شده‌ای است که الگوهای آنها بر حقایق برابر شده‌اند. در این سامانه برنامه عملیاتی در جدولی به همین نام (جدول برنامه عملیات)[۱۵] در پایگاه داده نگهداری می‌شود.

موتور استنتاج در واقع قوانین یاد شده را ترکیب کرده و به این صورت درجه اعلام می‌شود.

۲-٤- پوسته هوشمند ESGC[16]

در طراحی پوسته هوشمند سعی شده‌است اجزای مختلف یک سامانه خبره مهیا شده باشد. این اجزا عبارتند از: پایگاه دانش، لیست واقعیات، برنامه عملیات وموتوراستنتاج، واسط کاربر گرافیکی[17] (GUI) وابزار ویرایش دانش. جزئیات طراحی بخشهای این برنامه در ادامه آورده شده‌است.

۲-۴-۱-طراحی پایگاه دانش

پایگاه دانش طراحی شده، یک پایگاه‌داده در نرم‌افزار "Access" شامل داده‌های تخصصی این سامانه می‌باشد. جداول این پایگاه‌دانش عبارتند از.

FAULT: هر یک از عیوب فرش که باعث کاهش درجه فرش می‌شود، توسط یک کد یکتا تعریف می‌شود. کد سطوح هر عیب و نیز آخرین کد سطح عیب در این جدول مشخص شده است.

FAULT_LVL: در این جدول سطوح عیوب همراه با کد آنها و درجه‌ای که هر سطح عیب ایجاد می‌کند، ذخیره شده‌است.

GROUP NAME: در این جدول به هر گروه از عیوب بر اساس سطح آن یک کد اختصاص داده می‌شود. علاوه بر این کدها نوع و نام عیب مختص به آن گروه خاص نیز ذخیره شده‌است.

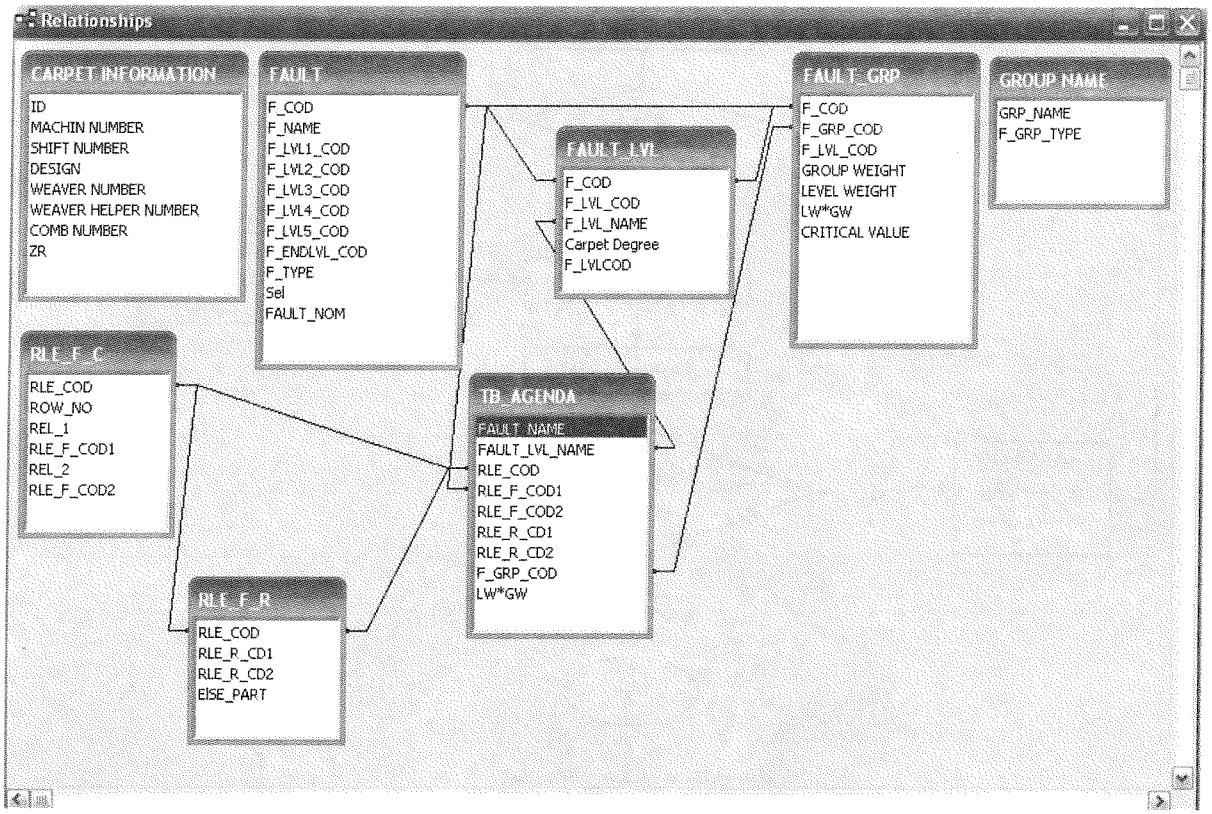
FAULT_GRP: در این جدول بر اساس کد سطح و گروه عیب، وزن سطح و گروه هر عیب ذخیره شده است. همچنین مقدار بحرانی سطوح درجه‌بندی نیز آورده شده است.

RLE_F_C: در این جدول بخش مقدم قوانین ذخیره می‌شود. ارتباط بین جملات شرطی در این جدول توسط AND منطقی صورت می‌گیرد، چون بیشتر قوانینی که قرار است بازنمایی شوند از این عملگر استفاده می‌کنند، بنابراین از در نظر گرفتن عملگرهای دیگر چشم‌پوشی شده‌است.

RLE_F_R: در این جدول بخش تالی قانون ذخیره می‌شود.

TB_AGENDA: این جدول، برنامه عملیات سامانه می‌باشد، قوانینی که بر واقعیات منطبق شده‌اند در این جدول قرار می‌گیرند. موتور استنتاج با این جدول در ارتباط است و استدلال نهایی خود را با اطلاعات این جدول انجام می‌دهد.

به دلیل اینکه این سامانه متخصص درجه‌بندی فرش ماشینی می‌باشد. در پایگاه دانش علاوه بر مفاهیم پایه برای یک سامانه خبره، جدول خاصی برای نگهداری اطلاعات ویژه فرش در نظر گرفته شده است که جدول CARPET INFORMATION نامیده می‌شود. قوانین موجود در پایگاه دانش سامانه خبره باید به افراد خبره اجازه دهد که بتوانند خبرگی و دانش خویش را توسعه دهند[۱۳]. در شکل (۲) تصویر ارتباط جداول پایگاه دانش نمایش‌داده شده است.



شکل (۲) : ارتباط جداول پایگاه دانش

۲-۴-۲-لیست واقعیات

لیست واقعیات که در بعضی مراجع سامانه خبره، به عنوان حافظه کاری معرفی شده‌است. یک حافظه خارجی در طول برنامه است که واقعیات جهان خارج را در خود نگهداری می‌کند و از طریق قوانین می‌توان آن را ویرایش کرد. در این برنامه توسط چند فرم که باید توسط کاربر تکمیل شوند یک سری حقایق محیط درک می‌شوند. سپس این واقعیات در جدول TB_AGENDA نگهداری می‌شوند.

۲-۴-۳- طراحی موتور استنتاج

موتور استنتاج بخشی از سامانه خبره است که عملیات استدلال را با استفاده از محتوای پایگاه دانش با توالی خاصی انجام می‌دهد.

موتور استنتاج این برنامه بر اساس روش استنتاج پیشرو عمل می‌کند. در استدلال پیشرو، قواعد به توالی از ابتدا به انتها مورد بررسی قرار گرفته و در بررسی هر قاعده مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. زمانی که شرط درست باشد قاعده فعال شده و قاعده بعدی آزمون می‌شود.

بطور کلی این سامانه وقتی که یک یا چند عیب توسط کاربر به آن گزارش می‌شود اعمالی را انجام می‌دهد که عبارت است از:

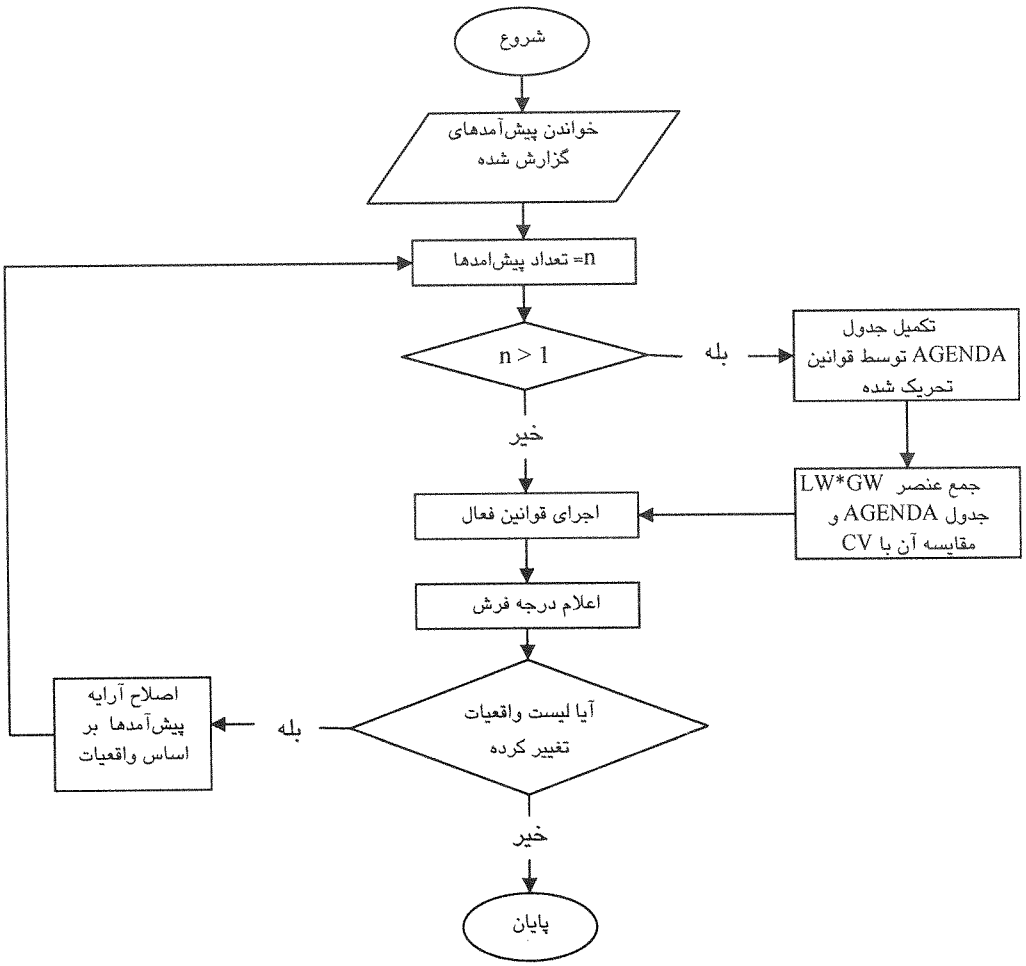
۱-پیدا کردن قوانینی که توسط لیست واقعیات تحریک می‌شوند و قرار گرفتن آنها در برنامه عملیات.

۲- استفاده از جداول پایگاه دانش و تکمیل جدول TB_AGENDA.

۳- اجرای قوانین فعال که در جدول TB_AGENDA ذخیره شده‌است.

۴- استنتاج بر اساس قواعد فعال موجود در جدول TB_AGENDA.

۵- اعلام درجه فرش.



شکل (۳) : روندنما استنتاج سامانه

در شکل (۳) فلوچارت استنتاج سامانه نمایش داده شده است.

در صورتیکه کاربر عیبی برای فرش گزارش نکند، سامانه فرش را درجه یک اعلام می‌کند. ولی اگر برای فرش عیبی گزارش شود. ابتدا همه قوانین که در نتیجه حقایق گزارش شده تحریک شده‌اند، در جدول TB_AGENDA ذخیره می‌شوند، سپس مجموع رکوردهای عنصر LW*GW محاسبه، و با مقدار بحرانی هر یک از سطوح مقایسه می‌شود، در پایان درجه فرش اعلام می‌شود. در واقع در این سامانه از ترکیب قوانین تحریک شده برای استنتاج سامانه استفاده می‌شود.

۲-۴-۴-طراحی واسط کاربر

این بخش از سامانه خبره، تنها بخشی است که برای استفاده‌کننده قابل دیدن است و بیشترین تعامل را با او دارد و چگونگی ارتباط بین یک مشتری و یک کارشناس خبره را مشخص می‌کند. برای ایجاد ارتباط بین سامانه و کاربر، یک واسط کاربر گرافیکی طراحی شد. رابطهایی که بر پنجره‌ها، نمایش تصویری از نهادها، دستورکارها و دستگاه‌های نقطه-یابی (مانند موشواره) تکیه دارند، رابطهایی گرافیکی نامیده می‌شوند. در واقع انتخاب دستورات از طریق دستورکارها انجام می‌شود، و دستگاه نقطه‌یاب موشواره برای انتخاب گزینه‌هایی از دستورکار یا نشان دادن عناصری از پنجره مورد نظر، به کار می‌رود[۱۳].

کاربر توسط فرم‌های طراحی شده، حقایق را به سامانه گزارش می‌کند. وی می‌تواند نحوه استدلال سامانه را بپرسد، دسته‌های عیب را ببیند، عیوب را در پایگاه دانش ویرایش کند و همچنین قوانین جدید به پایگاه دانش اضافه نماید.

۲-۴-۵- ابزار ویرایش دانش و ارایه گزارشات

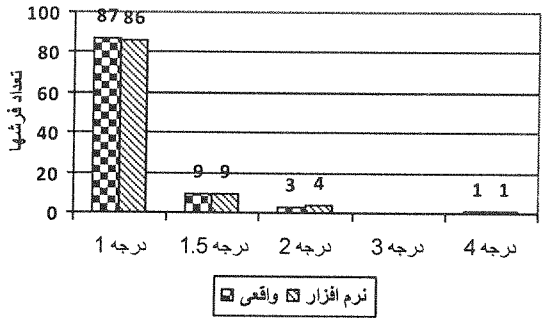
سامانه مجهز به دو بخش Modify Facts و Modify Rules می‌باشد. با انتخاب گزینه اول می‌توان یک عیب را به پایگاه دانش اضافه کرد یا عیوب را ویرایش نمود، و با انتخاب گزینه دوم یک قانون را اضافه یا قوانین سامانه را ویرایش کرد.

بخش دیگری در سامانه طراحی شده‌است که توسط آن گزارشاتی به کاربر ارایه می‌شود.

۳- اعتبارسنجی سامانه

در مراحل مختلف طراحی سامانه، با افراد متخصص امر درجه‌بندی فرش مشورت و درستی عملکرد سامانه در هر مرحله از طراحی بررسی شد.

پس از پیاده‌سازی نیز به عنوان یک سامانه مبتنی بر قاعده، نرم‌افزار به ۳ نفر از متخصصین تولید فرش ماشینی عرضه شد. متخصصین بعد از آشنایی اولیه در مورد موضوع و روش کار با آن، چگونگی تصمیم‌گیری این نرم‌افزار را مورد بررسی و تائید قرار دادند. سپس این سامانه توسط اطلاعات ۱۰۰ تخته فرش به آزمایش گذارده شد. بدین ترتیب که فرش‌هایی با عیوب مشخص و با درجات معلوم به سامانه تغذیه و درجه اعلام شده با درجه مورد انتظار مقایسه گردید. ضریب همبستگی این دو نتیجه به کمک نرم‌افزار Minitab برابر ۹۸٪ محاسبه و درستی عملکرد سامانه را تائید نمود. شکل (٤) نتایج حاصل از سامانه و درجات واقعی فرش‌هارا نمایش می‌دهد.



شکل (۴) : مقایسه نتایج حاصل از سامانه و درجات واقعی

آنگاه اطلاعات ده سال از نتایج واقعی عملکرد یکی از کارخانجات تولیدی فرش ماشینی به سامانه تغذیه و نتایج با نظر عملی افراد خبره درجه‌زن آن شرکت مقایسه گردید. برابری کامل این دو نتیجه نیز اعتبار سامانه را تائید کرد. لازم است یادآوری گردد که در این آزمون، با توجه به شیوه متداول کارخانجات مبنی بر درجه‌بندی بر اساس بزرگترین عیب، فقط آن عیب به سامانه تغذیه گردید. یا معادله تصمیم سامانه از $\sum(GW * LW) \leq CV$ به فرم $Max\ (GW * LW) \leq CV$ اصلاح گردیده بود. در حالیکه سامانه اصلی به گونه‌ای طراحی شده است که قابلیت درجه‌بندی فرش بر اساس مجموع عیوب موجود در آن را داشته باشد.

٤- نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات

در این تحقیق یک برنامه کامپیوتری بر اساس مفاهیم سامانه خبره، برای درجه‌بندی فرش ماشینی ارائه شده‌است.

در نتیجه طراحی این نرم‌افزار دانش درجه‌بندی فرش ماشینی صریح و فرموله شد. دانش افراد خبره در سازمان نگهداری می‌شود. این موضوع اطمینان سازمان به حفظ دانش فنی سازمانی، حتی در صورت از دست دادن یک نیروی انسانی خبره را نیزافزایش می‌دهد و زمان ارائه درجه کاهش می‌یابد.

توسط این نرم‌افزار اطمینان تصمیم برای درجه‌بندی فرش بالا برده شد.

با استفاده از این سامانه تغییرات درجه‌بندی محصول در زمان‌های مختلف و یا توسط افراد مختلف کاهش می‌یابد. این سامانه نتیجه درجه‌بندی فرش را بر اساس ترکیب عیوب آن اعلام می‌کند.

قابلیت مهم این سامانه امکان درجه‌بندی فرش براساس مجموع وزن عیوب می‌باشد. فعالیتی که به هیچ روی برای انسان امکان‌پذیر نیست که بتواند بیش از ۳۵ نوع عیب با میانگین ۳ سطح از نظر شدت، را بخاطر سپرده و بر اساس تاثیر ترکیب آنها محصول را درجه‌بندی نماید. لکن این عیوب به همراه وزن آنها، در پایگاه دانش این سامانه نگهداری شده و موتور استنتاج از آنها به راحتی برای تصمیم‌گیری درست برای درجه‌بندی فرش استفاده می‌کند.

گروه‌بندی عیوب و وزن دهی به آنها بر اساس نوع گروه و سطوح درجه‌بندی فرش و قابلیت تجدید نظر در آن‌ها صورت گرفته است. در حالیکه رویه‌های مورد استفاده افراد تجربی داخل سازمان، بسادگی قابل تغییر و تجدیدنظر نمی‌باشد.

توسط این سامانه درجه‌بندی فرش بر اساس وزن‌دهی قابل تجدیدنظر به عیوب انجام می‌شود.

این سامانه قابلیت تنظیم کلیه داده‌های ثابت را بر اساس سیاست‌های کیفیتی و جدول درجه‌بندی کارخانجات مختلف دارا می‌باشد.

ارتقاء دقت و کیفیت درجه‌بندی فرش با ذخیره‌سازی اطلاعات مربوط به آن در پایگاه دانش این سامانه . همچنین امکان بهره‌برداری از دانش و تجربه افراد مختلف بوجود آمده است.

این سامانه می‌تواند در مکان‌های مختلف استفاده شود، در حالیکه یک فرد نمی‌تواند در یک زمان در دو مکان حضور داشته باشد.

بعلاوه این نرم افزار را می‌توان براحتی با سامانه‌های اطلاعات مدیریتی سازمان مرتبط ساخت. ارتباط آن نیز با اینترنت به راحتی امکان پذیر می‌باشد.

از پایگاه دانش این سامانه می‌توان برای آزمایش دانش افراد استفاده نمود.

علاوه بر اینها سامانه‌های خبره قابلیت رشد دارند.

۵- مراجع

[۱] شعبان اللهی، ع؛ رجب‌زاده؛ سیستم‌های خبره الگوی هوشمند تصمیم‌گیری، شرکت چاپ و نشر بازرگانی، تهران، چاپ اول، ۱۳۸۲.

[۲] غضنفری، م.؛ کاظمی، ز؛ اصول و مبانی سیستم های خبره، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، چاپ اول، ۱۳۸۲ .

[۳] Druzdzel, Marek J.; Flynn, Roger R.; Decision Support System, Decision System Laboratory School of Information Sciences and Intelligent Systems Programs University of Pisstburgh, New York, 2002.

[۴] King, D.; Intelligent Support System: art, augmentation and agents, 3rd edition, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1993.

[۵] Frem, E.; Mallah, G.; Understanding Decision Support Systems and Expert Systems, McGraw-Hill Professional, 1994.

[۶] Darlington, K.; The Essence of Expert Systems, Prentice-Hall, 2000.

[۷] Davenport, Thomas H.; Prusak, Laurence; Knowledge Management. Harvard Business School Press. 2000.

[۸] Kulak, Osman; "A decision support system for fuzzy multi-attribute selection of material handling equipments", Expert Systems with Applications, Vol 29, PP: 310-319, 2005.

[۹] Abou-Ali, M.G.; Khamis, M.; "An integrated intelligent defects diagnostic system for tire production", Expert system with application, Vol 24, PP: 247-259, 2003.

[۱۰] Mascrenghe, M. A.; "An Introduction to Fuzzy Logic",www.pcai.com/paid/Issues/PCAI-Online-Issues/, PP.1, 2003.

[۱۱] Coenen, Frans; Verification and Validation Issues in Expert and Database Systems: The Expert System Perspective, Department of Computer Sciences, The University of Liverpool, England, 1998.

[۱۲] Robinson, J.A; "A Machine-Oriented Logic Based on the Principle of Resolution". Journal of the ACM, Vol. 12, PP: 23-41, 1965.

[۱۳] Zeleny, M; "Management Support Systems: towards integrated knowledge management", Human System Management, Vol. 7(1), PP: 59-70, 1987

[۱۴] SUMMERVIL, YAN; Software Engineering, 1985.

۶- زیرنویس ها

[1]. Off Line Expert System
[2]. On Line
[3]. Manuals
[4]. Group Weight
[5]. Level Weight
[6].Critical Value
[7]. Facts
[8]. Observations
[9]. Actions
[10]. Assertions
[11] .True
[12] .False
[13]. Active
[14]. Agenda
[15]. TB_AGENDA
[16]. Expert System for Grading Carpet
[17]. Graphic User Interface (GUI)