

سیستم هوشمند طراحی چیدمان حفره برای قالب های تزریق

چکیده

این مقاله روش توسعه‌ی یک سیستم هوشمند طراحی چیدمان حفره¹ (ICLDS) برای قالب‌های تزریق چند حفره‌ای را ارائه می‌کند. این سیستم برای کمک به طراحان قالب در طراحی چیدمان حفره‌ها در مرحله‌ی طراحی مفهومی، در نظر گرفته شده است. پیچیدگی و اهداف طراحی چیدمان حفره به همراه وابستگی‌های مختلف در طراحی قالب تزریق، معرفی شده اند. دانش موجود در طراحی چیدمان حفره خلاصه و دسته بندی شده است. کاربرد، ساختار کلی و فرایند عمومی ICLDS توضیح داده شده است. همچنین در این مقاله درباره‌ی برخی مسائل از جمله ارائه دانش و استدلال مورد-مبنا² در توسعه این سیستم، مورد بحث قرار گرفته است. با یک مثال از مسائل طراحی چیدمان حفره، کاربرد این سیستم نشان داده شده است.

کلیدواژه: طراحی هوشمند، طراحی چیدمان حفره، طراحی قالب تزریق، استدلال مورد-مبنا، سیستم پشتیبانی طراحی.

1. مقدمه

در تولید، ریخته گری تزریقی یکی از پرکاربردترین فرایندهای تولید می باشد که برای تولید قطعات پلاستیکی، با نرخ تولید بالا و با نیاز کم یا بدون نیاز به پلیسه بر روی محصول پلاستیکی، مورد استفاده قرار می گیرد. این فرایند،

¹ Intelligent Cavity Layout Design System

² case-based

شامل ریخته گری ماده پلاستیکی ذوب شده از یک اتاق داغ به داخل یک قالب بسته، مهلت دادن به پلاستیک برای خنک شدن و منجمد شدن و سپس خروج محصول نهایی از درون قالب، می شود. برای هر محصول پلاستیکی جدید، ماشین ریخته گری تزریق به یک قالب تزریق جدید نیاز دارد. طراحی و تولید قالب یک فرایند زمانبر و پرهزینه به حساب می آید و به طور عمومی برای انجام این کار به سازندگان ابزار و قالب با مهارت بالا، احتیاج است. یک قالب تزریق از چندین جزء تشکیل شده است، که شامل شالوده قالب، پین های راهنما، یک اسپرو¹، تزریق گر، ورودی ها، کانال ها آب خنک کننده، صفحات پشتیبان و مکانیزم های برش و خارج کننده، می شود [1]. همچنین طراحی قالب از عوامل متعددی از جمله هندسه قطعه، ماده قالب، خط جدایش و تعداد حفره ها در قالب، تأثیر می پذیرد.

با پیشرفت در تکنولوژی و هوش مصنوعی، تلاش ها برای کاهش زمان و هزینه طراحی و تولید قالب تزریق، جهت یافتن طراحی قالب تزریق به موضوع اصلی بسیاری از تحقیقات تبدیل شده است، از آنجایی که شامل چندین زیر-طرح² مربوط به قطعات قالب می شود و هر کدام نیازمند تجربه و دانش تخصصی هستند، یک فرایند پیچیده محسوب می شود. همچنین طراحی قالب بر روی موضوعاتی از قبیل بهره‌وری، هزینه تعمیر و نگهداری قالب، قابلیت تولید قالب و کیفیت قطعات ریخته شده، اثرگذار می باشد. اکثر تحقیقات طراحی قالب بر روی سیستم های تخصصی، سیستم های دانش بنیان و هوش مصنوعی انجام شده اند تا مهارت انسانی مورد نیاز در فرایند طراحی سنتی را حذف و یا تکمیل کنند. کروث و ویلمز [2] یک سیستم هوشمند پشتیبان را برای طراحی قالب تزریق ادغام شده با CAD/CAM تجاری، یک پایگاه اطلاعات مرتبط و یک سیستم تخصصی، توسعه دادند. لی و همکاران [3] یک روش سیستمی و دانش بنیان برای طراحی قالب تزریق در یک محیط مهندسی همزمان، پیشنهاد کردند. رابونگس و آلادا [4] یک ابزار پشتیبان طراحی عصبی تحت شبکه را توسعه دادند که آن را برای محاسبه شاخص پیچیدگی قالب و همچنین کمک به طراحان قالب در مورد ارزیابی قابلیت تولید طرح پیشنهادی خود، ارائه کردند. وونگ و

¹ sprue

² sub-design

اسمیث [5] یک سیستم محاسباتی برای فرایند طراحی قالب تزریق بر اساس سیستم تخصصی تخته‌سیاه-مبنا¹ و روش استدلال مورد-مبنا² توسعه دادند که این سیستم شامل طراحی قالب، برنامه تولید، تخمین هزینه و تعیین پارامترهای قالب تزریق، می باشد. بریتین و همکاران [6] در مورد طراحی قالب از یک دیدگاه کاربردی، با استفاده از دانش طراحی کاربردی و تعدادی از کتابخانه های طراحی، بحث کرده اند. موک و همکاران [7] یک سیستم CAD تعاملی و دانش بنیان برای ترکیب طراحی قالب با مدول های محاسباتی، دانشی و گرافیکی، توسعه دادند.

تا کنون، مطالعات بسیاری برای ارتقاء طراحی اجزاء خاص یک قالب تزریق انجام شده است. اونگ و همکاران [8] یک روش دانش بنیان و شیء گرا را برای طراحی سیستم تغذیه قالب های طراحی توسعه دادند که این سیستم می تواند به صورت کارآمد نوع، مکان و ابعاد یک سیستم ورودی قالب را طراحی کند. همچنین ایرانی و همکاران [9] یک سیستم نرم‌افزاری را برای طراحی خودکار سیستم های ورودی و تزریق گر قالب های تزریق، توسعه دادند که طرح ورودی را بر مبنای پارامترهای عملکردی خاصی مورد ارزیابی قرار می دهد. نی و همکاران [10] یک روش برای تعیین بهینه جهات جدایش در طراحی قالب تزریق را پیشنهاد کردند که این روش بر مبنای شناسایی و استخراج خودکار ویژگی های زیربرش، عمل می کند. چن و چو [11] برای انتخاب خط جدایش در طراحی قالب با محاسبه مقدار زیربرش و به حداقل رساندن تعداد آن ها، الگوریتم هایی را ارائه کردند. پارک و ون [12] بر روی سیستم های خنک کننده قالب های تزریق کار کردند و بر مبنای تحلیل گرمایی و تحلیل حساسیت طراحی به مرحله خنک سازی در فرایند ریخته گری تزریق، یک طرح بهینه پیشنهاد کردند. لین [13] بر روی استفاده از ابعاد و موقعیت ورودی به عنوان پارامترهای اصلی برای شبیه سازی پیش بینی عملکرد قالب تزریق، کار کرد.

موضوعی که در طراحی قالب تزریق کمتر به آن پرداخته شده است، طراحی چیدمان حفره در یک قالب تزریق چند حفره ای می باشد. به دلیل اینکه طرح چیدمان حفره یکی از مهم ترین مراحل در فراین طراحی قالب می باشد، به طور مستقیم بر روی کل فرایند ریخته گری تزریق تأثیر می گذارد. توجه به طراحی چیدمان حفره در مرحله طراحی مفهومی، کیفیت محصولات ریخته شده ارتقاء خواهد یافت، زیرا این موضوع بسیاری از عوامل کلیدی را که بر روی

¹ blackboard-based

² case-based

طرح و کیفیت قالب اثر می گذارند، تعیین می کند. از جمله این عوامل می توان به تعداد حفره ها، خط جدایش، نوع قالب، نوع و موقعیت ورودی، سیستم تزریق گر، سیستم خنک کننده و سیستم خارج کننده، اشاره کرد. ایجاد مدل دقیق ریاضی برخی از این عوامل برای تحلیل و طراحی دشوار می باشد.

این مقاله بر مبنای روش های شیء گرا و دانش بنیان، توسعه یک سیستم پشتیبان طراحی به نام سیستم هوشمند طراحی چیدمان حفره (ICLDS) را برای قالب های تزریق چند حفره ای، ارائه می کند. در این مقاله از استدلال های مورد-مبنا و قانون-مبنا¹ که در راه حل های طراحی چیدمان وارد شده است، استفاده می شود [14]. این کار براساس نرم افزار تجاری «RETE++» انجام گرفته است. این نرم افزار یک پلتفرم توسعه یکپارچه می باشد که برای مشتریان این امکان را فراهم می کند تا سیستم های دانش بنیان خود را توسعه دهند [15]. هدف این مقاله، استفاده کامل از تکنیک های موجود در هوش مصنوعی برای کمک به طراحان در مرحله طراحی مفهومی، می باشد.

2. طراحی چیدمان حفره در قالب های تزریق

موضوع طراحی قالب تزریق (به خصوص طراحی چیدمان حفره)، به طور گسترده به تجربیات و دانش طراحان بستگی دارد. همچنین استفاده از دانش مهندسی، هوش مصنوعی و تکنیک های طراحی هوشمند در تولید یک طراحی چیدمان حفره قابل قبول برای دقت و کارآمدی در قالب تزریق، مطلوب به نظر می رسد. همچنین در طراحی قالب، اکثر الگوهای چیدمان حفره و قوانین و اهداف طراحی چیدمان حفره را به آسانی می توان به شکل دانشی که در بیشتر سیستم های طراحی دانش بنیان استفاده می شوند، ارائه نمود.

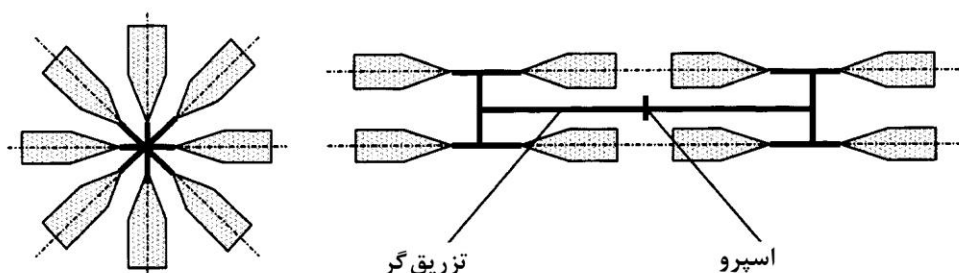
به طور مثال (برای الگوهای چیدمان نشان داده شده در شکل-1)، به طور کلی معیار انتخاب الگوی چیدمان مناسب در طراحی به محیط کاری، شرایط و نیازمندی های مشتری وابسته است و عموماً بر مبنای تجربه و مهارت طراح انجام می پذیرد. به طور حتم انتخاب عوامل متناقض به تجربه و دانش طراح وابسته است. همچنین برای سیستم

¹ ruled-based

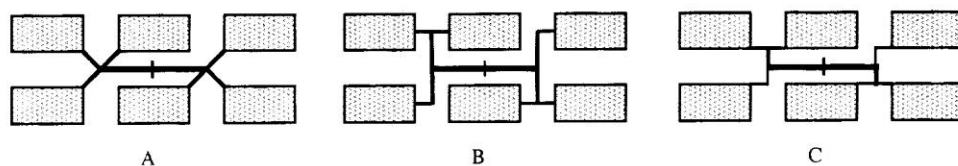
هایی که برای این موقعیت ها طراحی شده اند (به خصوص طراحی های روزمره یا خلاقانه)، استفاده از تکنیک های طراحی هوشمند مناسب به نظر می رسد.

عموماً عناصر و زیر-سیستم هایی که در ادامه آورده شده اند، مورد توجه طراحی قالب تزریق قرار می گیرند:

- (1) نوع قالب
- (2) تعداد حفره ها
- (3) چیدمان حفره
- (4) سیستم تزریق گر
- (5) سیستم خارج کننده
- (6) سیستم خنک کننده
- (7) تخلیه
- (8) ماشین اصلی



(آ) نمونه های چیدمان قالب ۸-حفره ای در یک الگوی دایره ای و مستطیلی

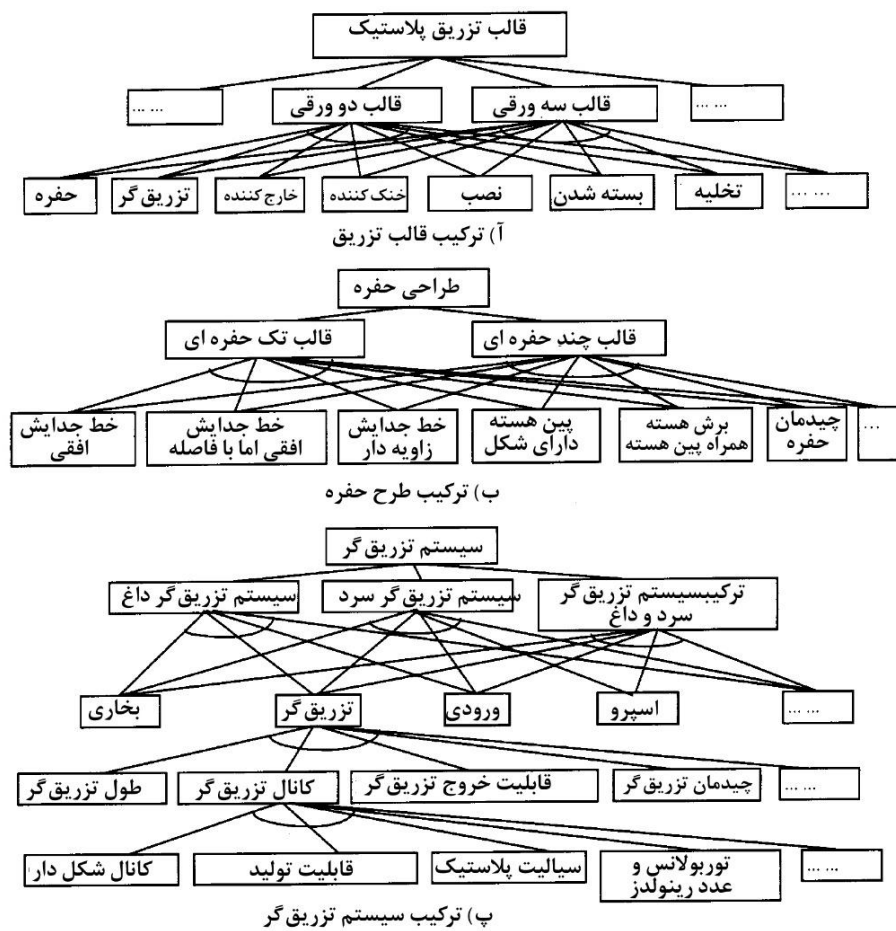


(ب) نمونه های چیدمان مستطیلی ۶-حفره ای

- A- تزریق گر Y شکل
- B- تزریق گر H شکل به همراه دو تغییر در جهت جریان پلاستیک
- C- تزریق گر H شکل به همراه سه تغییر در جهت جریان پلاستیک

شکل-1 برخی الگوهای چیدمان حفره ها در قالب های چندحفره ای

اکثر این عناصر وابسته هستند، به این معنی که تولید یک فلوجارت که تمام فرایندهای طراحی قالب را در برگیرد، امکان‌پذیر نمی‌باشد. برخی از فعالیت‌های طراحی یک شبکه طراحی پیچیده، در شکل-2 نشان داده شده است. مشخص است که در طراحی قالب تزریق، توجه به تمام پارامترهای طراحی برای طراحان دشوار است. طراحی و چیدمان حفره به طور مستقیم بر روی بیشتر فعالیت‌های دیگر اثرگذار است. کاربرد تکنیک‌های دانش بنیان پیشرفته، کمک به طراحان برای طراحی چیدمان حفره در مرحله طراحی مفهومی می‌باشد که به توسعه یک سیستم طراحی و تولید جامع کامپیوتری برای طراحی قالب تزریق، کمک شایانی خواهند کرد.

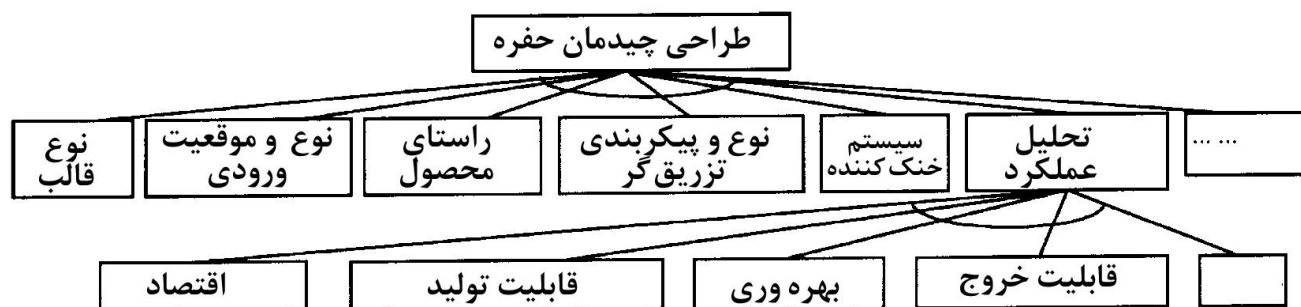


شکل-2 ترکیب سیستم تزریق گر.

با توجه به شکل-1 این نکته برداشت می‌شود که الگوهای چیدمان مختلفی برای قالب‌های چند حفره ای امکان‌پذیر است. هر چه تعداد حفره‌های قالب بیشتر باشد، قابلیت تولید قالب تزریق بالاتر خواهد بود. اما این موضوع ممکن است به مشکلاتی منجر شود، از جمله تعادل تزریق‌گرها و محصولات با شکل‌های پیچیده حفره‌ها، که می‌

تواند منجر به مشکلاتی در تولید قالب شود. همچنین این امکان وجود دارد که تعداد حفره ها و الگوی چیدمان حفره ها، بر روی خط جدایش، نوع ورودی، موقعیت ورودی، سیستم تزریق گر و سیستم خنک کننده، اثرگذار باشد. بنابراین اکثر فعالیت های اصلی طراحی قالب، به طراحی چیدمان حفره مرتبط هستند. شکل-3 نشان دهنده ارتباط بین طراحی چیدمان حفره و سایر فعالیت های طراحی می باشد. بنابراین مسائل طراحی چیدمان حفره به تعدادی از ویژگی های کلی طراحی قالب، بستگی دارند. این ویژگی ها عبارت اند از:

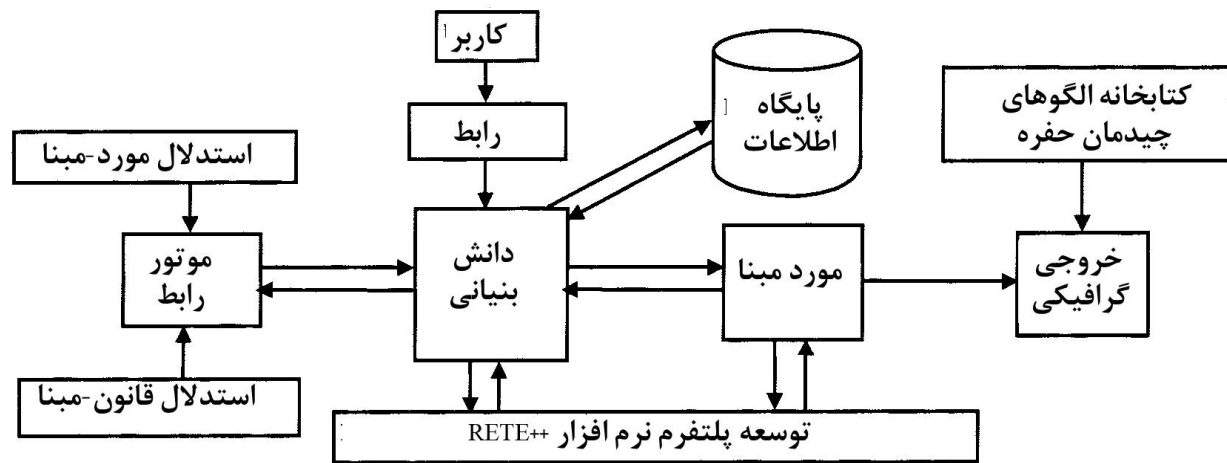
- 1) تعیین ویژگی های طراحی شامل تحلیل و توصیف مشخصه های مسائل طراحی.
- 2) تعیین نوع قالب.
- 3) تعیین تعداد حفره ها.
- 4) تعیین جهت محصول.
- 5) تعیین نوع تزریق گر و ویژگی های آن.
- 6) تعیین نوع و موقعیت ورودی.
- 7) طرح مفهومی چیدمان حفره.
- 8) ارزیابی قابلیت خروج، قابلیت تولید و عملکرد اقتصادی.
- 9) تعیین سیستم خنک کننده.
- 10) نمایش و خروجی گرافیکی نتایج.



شکل-3 نمودار روابط بین طراحی چیدمان حفره و سایر مدول های قالب.

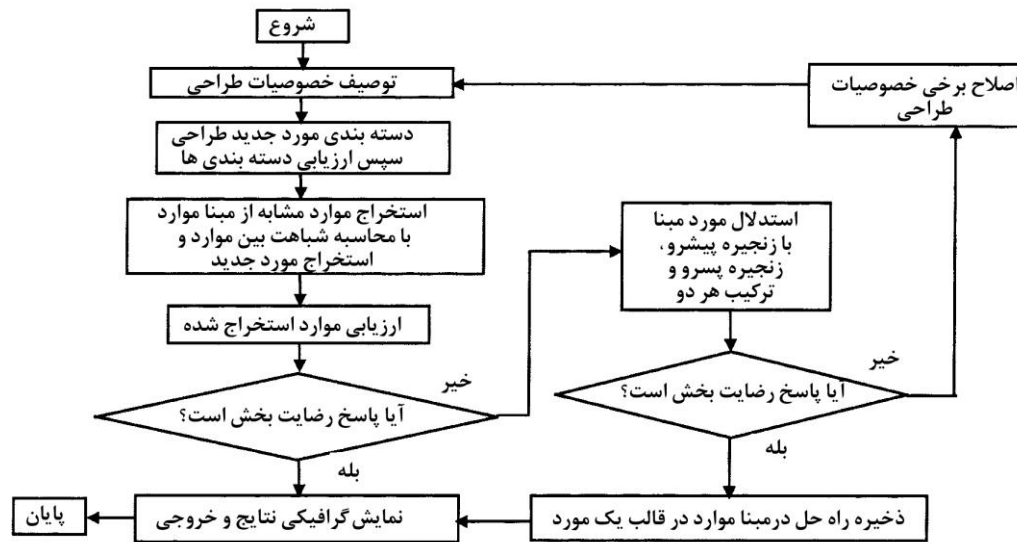
3. ساختار ICLDS و فرایند تولید

ساختار این سیستم هوشمند طراحی چیدمان حفره (ICLDS) براساس استدلال مورد-مبنا و قانون-مبنا می باشد که در سیستم نرم افزار RETE++ طراحی شده است. شکل-4 نشان دهنده ساختار کلی ICLDS به صورت شماتیک، می باشد. فرایند عمومی طراحی ICLDS نیز در شکل-5 نشان داده شده است. سیستم ICLDS موارد مشابه ای را از مورد-مبنا، با محاسبه تشابه بین موارد موجود و مورد جدید، استخراج می کند. اگر پاسخ رضایت بخش بود، نتیجه به صورت گرافیکی نمایش داده می شود. اگر پاسخ مناسب نبود، ICLDS از استدلال قانون-مبنا با یک زنجیره پیشرو یا پسرو و یا ترکیب از هر دو برای رسیدن به پاسخ استفاده خواهد کرد. اگر همچنان پاسخ رضایت بخش نباشد، کاربر باید برخی خصوصیات طرح اولیه را اصلاح کند. استفاده از تکنولوژی مورد-مبنا در فرایند طراحی در ICLDS به کاربر این امکان را می دهد که پاسخ [های] مسئله طراحی را با سرعت و انعطاف بیشتری به دست آورد.



شکل-4 ساختار کلی ICLDS.

ساختار دانش بنیانی و پایگاه اطلاعات مورد استفاده در توسعه ICLDS بر مبنای ساختار دانش بنیانی و پایگاه اطلاعات اساسی در سیستم نرم افزار RETE++ صورت گرفته است که یک پلتفرم توسعه نرم افزار تجاری در دسترس می باشد.



شکل-5 فرایند کلی طراحی در ICLDS.

4. توسعه ICDLS

4.1 دسته بندی دانش

برای منطق و مراحل مختلف موجود در طراحی چیدمان، انواع مختلف دانش ها که نیاز به توصیف و ارائه در طراحی چیدمان حفره دارند، وجود دارد. بر مبنای مفهوم شیء گرای (OO)، انواع دانش را می توان به پنج نوع دسته بندی کرد:

- 1) نمونه/مورد طراحی: موارد طراحی گذشته و نمونه طراحی های حال حاضر.
- 2) روابط: فوق کلاس-کلاس-زیر کلاس روابط، کلاس ارتباط نمونه.
- 3) جنبه: متغیرهای طراحی، ویژگی ها، جنبه های مسئله طراحی.
- 4) قوانین: قوانین عمومی طراحی، تجربیات طراحی.
- 5) رویه و/یا مدل: محاسبات عددی، مدلسازی ریاضی، تحلیل، ارزیابی و رویه ها.

4.2 ارائه دانش

همانطور که قبلاً توضیح داده شد، برای توصیف این نوع دانش ها، از ساختار اطلاعاتی داخلی از زبان ECLIPSE که به طور پیش فرض در RETE++ قرار دارد، می توان برای ایجاد این ارائه شیء گرا از فرایند طراحی استفاده کرد. برخی دیگر از نکات قابل توجه در ارائه دانش، در ادامه آورده شده اند:

1) برای ارائه «طراحی مورد/نمونه»، ما «تعیین واقعیت» و «تعیین روابط» به همراه پایگاه اطلاعات و استدلال مورد-مبنا را با یکدیگر ترکیب کرده ایم.

2) «جنبه» به عنوان نمونه ای از «تعیین الگو» و/یا «تعیین روابط» ارائه شده است.

3) برای توصیف «روابط» از «تعیین روابط» استفاده کرده ایم.

4) برای ارائه «قانون» از ترکیب «تعیین قانون» و «تعیین مجموعه قوانین» استفاده کرده ایم.

5) «رویه/مدل» از زبان متداول ++C استفاده شده است.

علاوه بر اینها از تکنیک های «تعیین هدف» و «تعیین تولید» برای انجام استدلال زنجیره ای پسرو و از «استدلال مورد-مبنا» برای استخراج طراحی مورد-مبنا، استفاده شده است.

4.3 استدلال مورد-مبنا

استدلال مورد-مبنا (CBR) در ابتدا به مورد به دست آمده وابسته است. بازیابی مورد-مبنا بر اساس «تشابه متریک» صورت می پذیرد. بنابراین به طور واضح، نحوه محاسبه تشابه، تکنیک کلیدی در CBR می باشد که به صورت اطلاعاتی که در ادامه خواهد آمد، توصیف می شود:

تشابه متریک، یک تابع فاصله وزن دار در یک فضای چندبعدی است که هر بعد مربوط به شاخه ای با مقدار مشخص در کیوری¹ (مورد جدید)، است و دارای مقدار غیر از دست رفته² در مورد رتبه بندی شده، می باشد. فاصله بین مورد و کیوری (که مربوط به یک نقطه در این فضای چندبعدی می باشد) به طور جداگانه برای زمینه های ترتیبی و

¹ query

² non-missing

اسمی، محاسبه می شوند. یک زمینه ترتیبی، زمینه ای است که مقادیر آن مرتب یا دسته بندی شده اند. مقادیر زمینه اسمی، اطلاعات کیفیتی که دسته بندی آن ها را احساس نمی کنند، آن ها را ارائه می کند. به طور کلی زمینه های ترتیبی شامل تاریخ ها، اعداد صحیح و اعداد واقعی می شود، در حالی که زمینه اسمی ارائه کننده بولین¹، نمادها و متن می باشد.

4.3.1 فاصله ترتیبی

برای زمینه ترتیبی، فاصله (d_{ij}) بین i امین مقدار مورد (v_{ij}) و مقدار کیوری (V_j) برای j امین زمینه، به صورت زیر محاسبه می شود:

$$d_{ij} = \frac{|v_{ij} - V_j|}{|V_j^{\max} - V_j^{\min}|}$$

که بیشترین و کمترین مقادیر برای هر زمینه در حین ساخته شدن شاخص، تعیین می گردند.

از آنجایی که d_{ij} فاصله بین j امین محور از فضای مشابه n -بعدی را نشان می دهد، فاصله فضای مشابه D_i بوسیله رابطه:

$$D_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^N d_{ij}^2}}{N}$$

مشخص می گردد. از آن جایی که مقدار d_{ij} باید بین 0 و 1 باشد، مقدار D_i نیز باید بین 0 و 1 قرار گیرد. هنگامی که وزن ها به کار گرفته شوند، رابطه بالا به صورت زیر در خواهد آمد:

$$D_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^N (W_j d_{ij}^2)}}{\sum_{j=1}^N W_j}$$

که از آن جایی که مقدار d_{ij} و W_j باید بین 0 و 1 باشد، مقدار D_i نیز باید بین 0 و 1 قرار گیرد.

¹ Boolean

4.3.2 فاصله اسمی برای متن

برای تعیین فاصله بین مقدار یک زمینه متنی در یک مورد و مقدار مشخص شده در یک کیوری، یک وزن برای هر کدام که یک زمینه متنی فهرست شده و یک وزن برای هر کدام در کیوری تعیین کردیم. این وزن ها با استفاده از معادله زیر به دست می آیند:

$$W_{ik} = \frac{F_{ij} \text{Log}(n_k/N)}{\sqrt{\sum_{j=1}^N (F_{ij} \text{Log}(n_j/N))^2}}$$

که در آن N تعداد موارد، n_k تعداد موارد مختلف که ترم k رخ می دهد، F_{ik} تعداد ظهور ترم k در مورد i که به تعداد کل ترم های تقسیم شده است، W_{ik} وزن ترم k ام در مورد i می باشند.
 W_k را وزن ترم k ام در کیوری، که در معادله بالا محاسبه شد، قرار دهید.
 T را تعداد ترم های کیوری قرار دهید.

با توجه به وزن های داده شده، تشابه (توصیف شده به عنوان یک فاصله عمودی) بین دو زمینه، به صورت زیر محاسبه می شود:

$$S_i = \frac{\sum_{k=1}^T W_{ik} W_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^T (W_{ik})^2 \sum_{k=1}^T (W_k)^2}}$$

4.3.3 فاصله اسمی برای نمادها

نمادها صرفاً یک مورد خاص از متن، به همراه تنها یک ترم، می باشند. وزن زمینه نمادها از روابط بالا مانند آنچه برای زمینه های متنی محاسبه می شود، با این تفاوت که F_{ik} همیشه برابر یک می باشد. با توجه به وزن های داده شده، تشابه دقیقاً مانند زمینه متنی محاسبه می شود.

4.4 اعتبار مورد

اعتبار مورد یعنی چک کردن این موضوع که آیا هر موردی برای مسئله کنونی مناسب است یا خیر. از این طریق می‌توان بهترین مورد مناسب را پیدا کرد. هر مورد باید با روش‌های آزمایش و نتایج آزمایش شده همراه باشد. تنها موردی که تمام نتایج آزمایش شده آن با مسئله طراحی کنونی یکسان باشد (تحت شرایط مشخص)، را می‌توان به عنوان نمونه اولیه پاسخ و برای اصلاحات بیشتر، در نظر گرفت.

4.5 معیار برای اعتبار کاهش هزینه

با به کار بردن ICLDS برای طراحی چیدمان حفره، دو نوع کاهش هزینه می‌تواند صورت پذیرد. اول کاهش هزینه تئوری کلی که با استفاده از این سیستم در طراحی مفهومی قالب‌های تزریق به دست می‌آید. دوم، کاهش هزینه عملی مقدار موجود در مورد مبنایی می‌باشد، می‌توان از آن برای استدلال مورد-مبنا استفاده کرد (در صورتی که مورد دارای جنبه «کاهش هزینه» باشد). برای حالت تئوری، به دلیل ذخیره هزینه‌ای که به طور واضح در ذخیره زمان، ارتقاء کیفیت طراحی و پاسخ سریع به مشتریان، مشاهده می‌شود، نیاز به هیچگونه معیار ارزیابی کاهش هزینه وجود ندارد. برای ارزیابی کاهش هزینه عملی، می‌توان از معیار مقایسه استفاده کرد. به طور مثال، می‌توان جنبه‌های «کاهش هزینه» را در دو مورد مقایسه کرده و تعیین کرد که کدام مورد نیازهای مشتریان را بهتر پاسخگو می‌باشد. برای مقایسه، از معادله کاهش هزینه درصدی می‌توان استفاده نمود. این رابطه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{کاهش هزینه} = \frac{(\text{هزینه کنونی} - \text{هزینه قبل})}{\text{هزینه قبل}}$$

بهتر است که در ابتدا، درصد جنبه‌های کاهش هزینه استخراج شده، پس از آن ارزیابی اعتبار موردی بین موردها، انجام پذیرد.

5. مثال کاربردی

یک مثال کاربردی از «تعیین الگوی چیدمان حفره» در «طراحی مفهومی چیدمان حفره» بوسیله ی سیستم هوشمند طراحی چیدمان حفره (ICLDS) در ادامه آورده شده است:

اگر شرایط طراحی اولیه عبارت از:

(1) چه نوع قالب استفاده می شود؟ دو ورقی.

(2) تزریق گر از چه نوعی است؟ تزریق گر سرد.

(3) چند حفره در قالب وجود دارد؟ 6.

(4) تولید محصول تا پاکسازی فضای ریخته گری، چه مقدار زمان می برد؟ کوتاه.

(5) شکل محصول ریخته شده چگونه است؟ مستطیلی.

باشند، سپس نتیجه داده شده عبارت است از: (نشان داده شده در شکل-6)

الگوی طراحی چیدمان حفره عبارت است از: چیدمان مستطیل Y.

با استفاده از ویژگی های زبان ECLIPSE از جمله «defrelation»، «deftemplate»، «defruleset» و تولید

«goal»، دانش بنیانی توسعه داده شده است. قسمتی از برنامه که قالب کلی توسعه دانش بنیانی را توصیف می کند،

در ادامه لیست شده است:

... ..

(defrelation dimension (?item ?size))

(defrelation layout (?item ?type))

... ..

(defruleset Runner_system 10 (agenda body))

... ..

(defruleset cavity_layout 8

(agenda body 2)

... ..

```

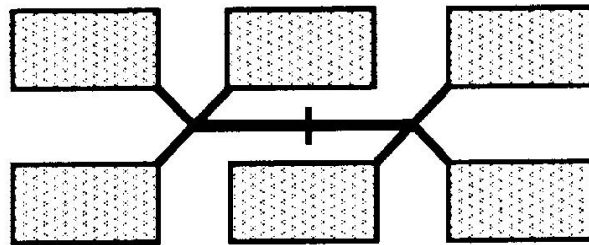
(defruleset cavity_layout (agenda body))
(defrule goal_cavity_layout
(initial-fact)
(goal (selection layout_designed ?yesno))
(unknown (selection layout_designed ?yesno))
(not (layout cavity ?type))
=>
(printout t "... Waiting! Waiting! Waiting! ..." t))
... ..
(defrule cavity_layout2_2_01
(goal (layout cavity ?type))
(unknown (layout cavity ?type))
(known (quantity number_of_plate 2))
(known (quality type_of_runner "cold_runner"))
(known (quantity number_of_cavity 2))
(known (quality clear_time "small")))
=>
(assert (layout cavity "horizontal_layout")))
... ..
(defrule cavity_layout2_6_01
(goal (layout cavity ?type))
(unknown (layout cavity ?type))
(known (quantity number_of_plate 2))
(known (quality type_of_runner "cold_runner"))
(known (quantity number_of_cavity 6))
(OR (whatis shape_of_product ~"elongated")
(whatis size_of_product ~"small")))

```

=>

(assert (layout cavity "Y_rectangular_layout"))

.....



شکل-6 نتیجه گرافیکی الگوی چیدمان 6-حفره ای، (تزریق گر Y شکل).

6. نتیجه گیری

مسئله طراحی چیدمان حفره در قالب های تزریق چندحفره ای، در سیستم های کامپیوتری پشتیبان طراحی قالب های تزریق، بسیار کم مورد توجه قرار گرفته اند. یک سیستم طراحی کامپیوتری، با استفاده از چندین چرخه، سبب صرفه جویی قابل ملاحظه ای در زمان و هزینه در رسیدن به بهترین چیدمان مناسب، خواهد شد. باور بر این است که با استفاده از روش دانش بنیان، توسعه سیستم هوشمند طراحی چیدمان حفره (ICLDS)، اولین تلاش صورت گرفته در این مسیر می باشد. توسعه ICLDS برای قالب تزریق، بر مبنای RETE++ در محیط ویندوز بر روی کامپیوتر شخصی، صورت گرفته است. از دیدگاه عملی، از ICLDS می توان به عنوان ابزاری برای طراحان برای طراحی چیدمان حفره قالب تزریق در مرحله طراحی مفهومی، استفاده کرد. این سیستم یک گام رو به جلو برای توسعه فرایند طراحی قالب تزریق به صورت تمام اتوماتیک، با استفاده از مدل محصول و برای تولید قالب، به حساب می آید.

References

- [1] Menges, G. *et al.* (1986), "How to Make Injection Molds", Hanser Publisher, Munich.
- [2] Kruth, J.P. and Willems, R. (1994), "Intelligent support system for the design of injection moulds", *Journal of Engineering Design*, **4**(5), 339-351.
- [3] Lee, R-S, Chen, Y-M, and Lee, C-Z (1997), "Development of a concurrent mould design system: a knowledge based approach", *Computer Integrated Manufacturing Systems*, **10**(4), 287-307.
- [4] Raviwongse, R. and Allada, V. (1997), "Artificial neural network based model for computation of injection mould complexity", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, **13**(8), 577-586.
- [5] Kwong, C.K. and Smith, G.F. (1998), "A computational system for process design of injection moulding: combining blackboard-based expert system and case-based reasoning approach", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, **14**(4), 239-246.
- [6] Britton, G.A., Tor, S.B., *et al.* (2001), "Modelling functional design information for injection mould design", *International Journal of Production Research*, **39**(12), 2501-2515.
- [7] Mok, C.K., Chin, K.S., and Ho, J.K.L. (2001), "An interactive knowledge-based CAD system for mould design in injection moulding processes", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, **17**(1), 27-38.
- [8] Ong, S.K. Prombanpong, S. and Lee, K.S. (1995), "An object-oriented approach to computer-aided design of a plastic injection mould", *Journal of Intelligent Manufacturing*, **6**(1), 1-10.
- [9] Irani, R.K. Kim, B.H. and Dixon, J.R. (1995), "Towards automated design of the feed system of injection moulds by integrating CAE, iterative redesign and features", *Transactions ASME Journal Engineering for Industry*, **117**(1), 72-77.

- [10] Nee, A.Y.C., Fu, M.W. *et al.*, (1997), "Determination of optimal parting directions in plastic injection mould design", *Annals CIRP*, **46**(1), 429-432.
- [11] Chen, L-L and Chou, S-Y (1995), "Partial visibility for selecting a parting direction in mould and die design", *Journal of Manufacturing Systems*, **14**(5), 319-330.
- [12] Park, S.J. and Kwon, T.H. (1998), "Thermal and Design sensitivity analyses for cooling system of injection mould. Part 2: Design sensitivity analysis", *Transactions ASME Journal Manufacturing Science & Engineering*, **120**(2), 296-305.
- [13] Lin, J.C. (2001), "Optimum gate design of freedom injection mould using the abductive network", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, **17**(4), 297-304.
- [14] Maher, M.L. *et al.* (1996), "Developing Case-Based Reasoning for Structural Design", *Intelligent System & Their Applications*, IEEE Expert, USA, June.
- [15] The Haley Enterprise, Inc. (1994), "Documentation of RETE++".