

درخت تصمیم فازی؛ رویکردی نوین در تدوین استراتژی

بهزاد جعفری*
دکتر عادل آذر**

چکیده

زمان و عدم قطعیت در فرآیند برنامه‌ریزی استراتژیک نقش مهمی را ایفا می‌کنند. در دنیای متغیر امروزی داشتن استراتژی متناسب با شرایط متغیر محیطی از اهمیت بالایی برخوردار بوده و رویکردهای کلاسیک تدوین استراتژی، قابلیت پاسخگویی سریع و مناسب به نیاز سازمان‌ها، در محیط متغیر امروزی را ندارند. درخت تصمیم فازی که حاصل ترکیب الگوریتم ID3 و تئوری مجموعه‌های فازی می‌باشد، مدلی سیستماتیک ارائه می‌کند که سازمان‌ها با استفاده از آن می‌توانند در برابر تغییرات محیطی، واکنش سریع و مناسب داشته باشند. مزیت دیگر این رویکرد، توانایی کار آن با متغیرهای کلامی است که دانش حاصل از آن برای انسان از قابلیت درک بالایی برخوردار می‌باشد. این رویکرد به دلیل فازی بودن توانایی برخورد با عدم قطعیت را داشته و با در نظر گرفتن حالت‌های مختلف در پایگاه داده، واکنش مناسب در برخورد با تغییرات محیطی دارد. این رویکرد ابتدا صفات اصلی دخیل در امر تدوین استراتژی را شناسایی کرده و اقدام به ایجاد پایگاه داده و تشکیل درخت با محاسبه آنتروپی صفات می‌کند تا پایگاه قوانین حاصل شود. در نهایت با فازی سازی ورودی‌ها (صفات) و خروجی‌ها (استراتژی‌ها)، سیستم استنتاج فازی اولویت‌بندی استراتژی‌ها را ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: استراتژی، منطق فازی، درخت تصمیم فازی، آنتروپی شانون

۱- مقدمه

برنامه‌ریزی استراتژیک نقش کلیدی در موفقیت سازمان‌ها در محیط پر تلاطم و متغیر امروزی دارد و در صورت تدوین درست استراتژی و اجرای صحیح آن، سازمان‌ها قادر خواهند بود تا در عرصه رقابت به پیشتازی و موفقیت دست یابند. در فرآیند برنامه‌ریزی استراتژیک، زمان و عدم قطعیت، نقش مهمی ایفا می‌کند (Baricelli, P, et al. 1996).

* کارشناس ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه گیلان

** نویسنده مسئول - استاد دانشگاه تربیت مدرس azara@modares.ac.ir

رویکردهای کلاسیک تدوین استراتژی، قابلیت پاسخگویی سریع به نیاز سازمان‌ها، در محیط متغیر امروزی را ندارند و با تغییر سریع شرایط محیط درونی و بیرونی سازمان‌ها، کارایی خود را از دست می‌دهند. تمام رویکردهای کلاسیک بر مبنای پیش‌بینی‌های قطعی از آینده اقدام به تدوین استراتژی می‌کنند. پیش‌بینی‌ها و تحلیل شرایط کنونی و تجارب گذشته جهت ترسیم مسیر حوادث و روند آینده استفاده می‌شود. هر چه محیط آشفته‌تر و نرخ تغییرات سریع‌تر باشد، احتمال عدم تحقق این پیش‌بینی‌ها بالاتر می‌رود (*Belt, et al. 2000*). لذا ارائه روشی که بتواند این مشکل را حل نماید ضروری به نظر می‌رسد. در این مقاله روش جدید و سیستماتیکی در جهت تدوین استراتژی با نام درخت تصمیم فازی، که ترکیبی از درخت تصمیم ID3¹ و تئوری مجموعه‌های فازی است، معرفی و روش‌شناسی رویکرد فوق به تفصیل تشریح می‌گردد.

۲- معرفی درخت تصمیم

توسعه تکنولوژی‌های کامپیوتری و تکنیک‌های یادگیری اتوماتیک می‌تواند تصمیم‌گیری را آسانتر و بسیار کارا تر سازد. در دامنه یادگیری ماشینی جایگاه همیشه کامپیوترها تصمیم می‌گیرند و یا برای گرفتن تصمیم درست پیشنهادهایی را ارائه می‌دهند، رویکردهای زیادی از تکنیکهای تصمیم‌گیری وجود دارند؛ از قبیل درخت‌های تصمیم، شبکه‌های عصبی مصنوعی و... . درخت تصمیم شیوه‌ای برای ارائه پایگاه قانون و در واقع یک روش بازنمایی دانش می‌باشد (*Guoxiu, 2005:5-6*). درخت تصمیم فراگیر یکی از روشهای استنتاج استقرائی با کاربرد وسیع و روشی برای تخمین توابع هدف گسسته است که تابع فراگیر با یک درخت تصمیم نمایش داده می‌شود (*Mitchell, 1997*).

۱-۲- کاربردها و مزایای درخت تصمیم

رویکرد درخت تصمیم در بسیاری از زمینه‌ها کاربرد دارد از جمله: شناسایی الگوها، طبقه‌بندی الگوها، کلاسه بندی، سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری، سیستم‌های خبره و غیره (*Pang Huang, et al, 1998*). زیرا در مقایسه با سایر متدها از جمله ماکزیمم احتمال سریع‌ترین می‌باشد. بویژه در شرایطی که فضای نمونه بزرگ است علاوه بر این مهیا کردن داده آسان و درک آن نیز برای افراد غیر فنی آسان‌تر است. مزیت دیگر آن این است که هر دو نوع داده عددی و رتبه‌ای را می‌تواند طبقه‌بندی کند. درخت تصمیم بطور

1- Interactive Dichotomizer 3 (ID3)

موفقیت آمیزی در زمینه‌های مدیریت مالی (در تبادلات و معاملات)، اطلاعات بازار بورس، بررسی اداری، مدیریت قوانین کسب و کار (آنالیز کیفیت پروژه، مدیریت کیفیت محصول، مطالعه امکان‌سنجی)، بانکداری و بیمه (بررسی و پیش‌بینی ریسک)، علوم محیطی (تجزیه و تحلیل کیفیت محیط، تجزیه و تحلیل منابع یکپارچه، بررسی فاجعه)، تصمیم‌گیری در تشخیص و انتخاب درمان مناسب و غیره بکار می‌رود (Guoxiu, 2005: 6-7).

مزیت اصلی رویکرد درخت تصمیم نشان دادن راه‌حل‌هاست (Wang, etal, 2006).

درخت تصمیم سه چیز را نشان می‌دهد:

۱- هر گره داخلی، که یک صفت را آزمایش می‌کند.

۲- هر شاخه، که مطابق با ارزش صفت می‌باشد.

۳- هر گره برگ، که یک کلاس را نشان می‌دهد (Mitchell, 1997).

۲-۲ معایب درخت تصمیم

یکی از معایب درخت تصمیم بی‌ثباتی آن می‌باشد. درخت تصمیم با بوجود آمدن اندک اغتشاشی در داده آموزشی همانند طبقه‌بندی کننده بی‌ثبات عمل می‌کند. ساختار درخت تصمیم با تغییر جزئی در مجموعه داده‌ها ممکن است به کلی دگرگون شود و در مواردی که تصمیمات رقمی (عددی) مورد نیاز است این نوع درخت تصمیم غیرقابل استفاده می‌شود. جهت غلبه بر این مشکل بعضی از دانش‌پژوهان درخت تصمیم فازی را پیشنهاد کرده‌اند (Guoxiu, 2005:7).

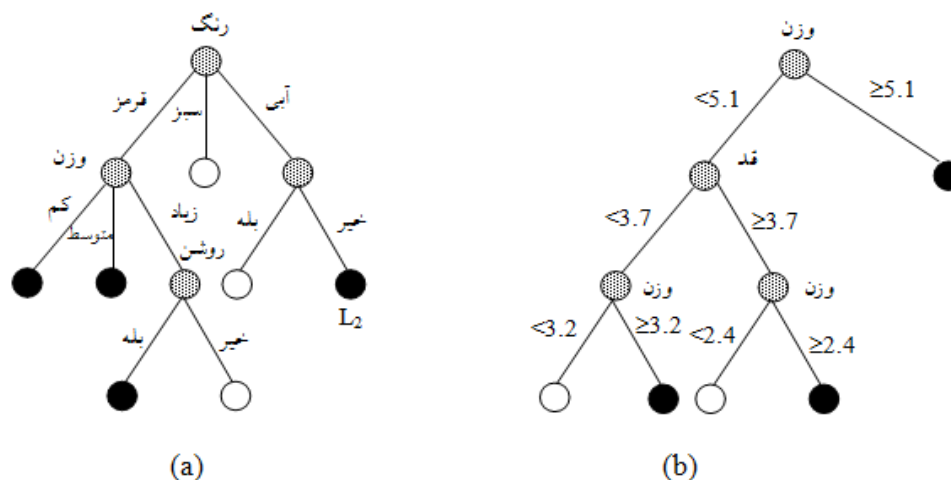
۲-۳ الگوریتم ID3

به عنوان انواع خاصی از الگوریتم‌های ایجاد درخت تصمیم، می‌توان ID3 و CART^۱ را نام برد (Jang, 1994). یکی از متداول‌ترین روش‌های یادگیری نمادین، استقرار درخت تصمیم می‌باشد که نخستین بار به وسیله کوئینلن تحت نام الگوریتم ID3 توسعه داده شد (گودرزی و همکاران، ۱۳۸۳: ۱۲۵)، که با عنوان ۳ نوع تشخیص دهنده متعامل شناخته می‌شود. ID3 یک روش رایج و کارا در تقسیم‌بندی داده‌های سمبولیک و نمادین می‌باشد و برای کار با داده‌های عددی مناسب نیست (sushmita mitra, etal, 2002). الگوریتم ID3 برای ایجاد درخت تصمیم فازی، اثبات شده است تا یک الگوریتم عمومی و

مؤثر، برای ساخت درختهای تصمیم از مجموعه داده‌های با مقادیر گسسته باشد
(Chang Qin, et al, 2005).

ID3 و CART، دو الگوریتم مهم هستند که با تقسیمات مکرر کار می‌کنند، ایده اصلی آنها در تقسیم کردن فضای نمونه به سبک داده‌کاوی^۱ مانند هم است؛ ویژگی مهم این الگوریتم‌ها آن است که سعی دارند همزمان با بهبود کیفیت تصمیم، اندازه درخت را حداقل کنند (Janikow, et al, 2000). این دو نوع درخت باهم تفاوت‌هایی نیز دارند. ID3 در مورد دامنه‌های گسسته با مقادیر کم بکار می‌رود و این مزیت بزرگی هست که قابلیت درک دانش حاصل شده را افزایش می‌دهد. دیگر ویژگی درخت ID3 آن است که هر صفتی، یک بار در مسیر رویش درخت قرار می‌گیرد که این امر به قابل فهم بودن دانش حاصل شده کمک می‌کند. در ساخت درخت تصمیم (الگوریتم ID3)، هدف ایجاد و ساخت درخت تصمیم با عمق حداقل می‌باشد (Beynon, 2004).

الگوریتم CART به تقسیم‌بندی اولیه نیاز ندارد. شرایط بسط درخت براساس آستانه‌ها (برای دامنه‌های پیوسته) که بطور دینامیکی محاسبه می‌شوند، برقرار می‌شود و صفت مورد نظر در درخت می‌تواند بیش از یک بار و با آستانه‌های مختلف بکار رود. به هرحال تعداد آستانه‌های ممکن برابر با تعداد نمونه‌های آموزشی است (Janikow, 1998). در شکل (۱)، دو نمونه درخت ID3 و CART نشان داده شده است:

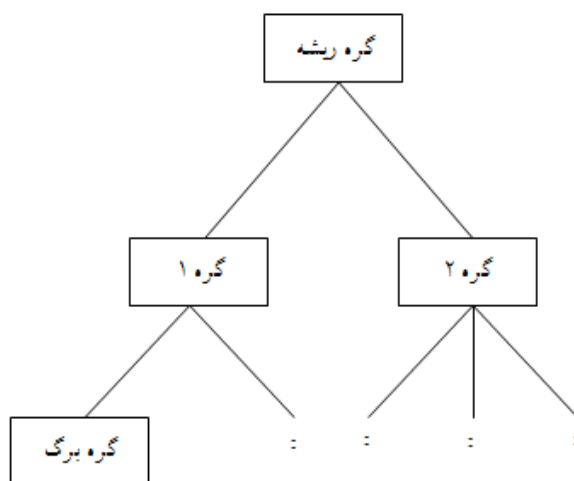


شکل ۱: مثالهایی از درخت تصمیم ایجاد شده با (a) ID3 (b) CART

درخت تصمیم از گره‌ها و بردارهایی که گره‌ها را بهم متصل می‌کنند تشکیل یافته است. اتخاذ تصمیم از گره ریشه شروع می‌شود و شخص سوالاتی را جهت تعیین اینکه بسط درخت در کدام شاخه ادامه یابد تا زمانی که به گره برگ^۱ برسد و تصمیم اتخاذ شود، مطرح می‌کند. این ساختار در شکل (۲) نشان داده شده است.

✦ گره‌های غیربرگ، محک‌ها (آزمونها) را نشان می‌دهند.

✦ گره‌های برگ مقادیر تصمیم هستند. ساده‌ترین درخت ممکن است تنها یک گره برگ داشته باشد.



شکل ۲: ساختار اساسی درخت آی.دی.۳

درخت تصمیم با انتخاب صفتی که مقدار ماکزیمم اطلاعات دو جانبه را کسب می‌نماید ایجاد می‌شود. برای ساخت درخت تصمیم ID3 باید از گره ریشه شروع کرد و برای این کار از بین صفات، صفتی را که دارای کمترین مقدار آنتروپی است یا بیشترین اطلاعات از آن بدست می‌آید، انتخاب و در گره ریشه قرار می‌دهند (Jakson, 1990).

۲-۴ الگوریتم اجرایی درخت تصمیم ID3

(صفات، صفت هدف، نمونه ها) ID3

نمونه ها : نمونه های آموزشی هستند.

صفت هدف: صفتی است که مقدار آن توسط درخت پیش‌بینی می‌شود.

صفات (خصیصه‌ها)، لیستی از دیگر صفاتی هستند که ممکن است با درخت تصمیم تست شوند.

- گره ریشه درخت را بوجود آورید.
- اگر همه نمونه ها مثبت هستند، درخت تک گرهی با علامت (+) حاصل می شود.
- اگر همه نمونه ها منفی هستند، درخت تک گرهی با علامت (-) حاصل می شود.
- اگر صفاتی برای بسط درخت موجود نباشند ، به ریشه تک گرهی برگردید با علامت رایج‌ترین صفت هدف در نمونه ها.

در غیر اینصورت شروع کنید:

- صفتی را که بهترین نمونه طبقه‌بندی کننده است، A قرار دهید.
- A را صفت تصمیم برای ریشه قرار دهید.
- برای هر مقدار ممکن V_i از A

- شاخه جدید درخت را زیر ریشه اضافه کنید مطابق با صفت آزمون $V_i = A$
- مثالهای (v_i) را زیرمجموعه مثالهایی از A که مقدار v_i دارند، قرار دهید.
- اگر مثالهای v_i خالی هستند:
- آنگاه در زیر این شاخه جدید گره برگ را اضافه کنید با علامت رایج‌ترین صفت هدف در نمونه ها..

- در غیر اینصورت این شاخه جدید به زیر درخت اضافه می‌شود.

{A} - صفات ، صفت هدف / نمونه ها) آی.دی.۳

• پایان

- به ریشه برگردید.

* بهترین صفت، آن صفتی است که بالاترین میزان اطلاعات را کسب کند

(Guoxiu, 2005:15)

۲-۵ آنتروپی

در تئوری اطلاعات، آنتروپی میزان عدم قطعیت درباره منبع پیام است [15]. آنتروپی برای نخستین بار توسط شانون در سال ۱۹۴۸ ارائه شده و رابطه ۱ نشان‌دهنده فرمول آن می‌باشد:

$$H(P(x) | x \in X) = - \sum_{x \in X} P(x) \log_2 P(x) \quad (1)$$

که در آن $(P(x) | x \in X)$ توزیع احتمال مجموعه محدود X است. بر این اساس آنتروپی شانون تابعی به فرم زیر می‌باشد.

$$H : \mathbb{R} \rightarrow [0, \infty)$$

که در آن P بیانگر مجموعه تمام توزیع احتمالها بر مجموعه‌های محدود است.

$$P = UP^n$$

$$n \in \mathbb{N}$$

$$P^n = \left\{ (P_1, P_2, \dots, P_n) \mid P_i \geq 0, i \in N, \sum_{i=1}^n P_i = 1 \right\}$$

بنابراین تابع H بیانگر اندازه عدم قطعیت بر اساس توزیع احتمال مزبور می‌باشد. وقتی فقط دو گزینه داشته باشیم که احتمال وقوع آنها برابر p و $1-p=q$ است، آنگاه اندازه آنتروپی شانون (اطلاعات مورد انتظار) برابر است با:

$$H(P, q) = -P \log_2 P - q \log_2 q \quad (2)$$

بدیهی است به ازای $p = q = 1/2$ خواهیم داشت (آذر و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۳۳-۱۳۵):

$$\text{Entropy} = -\frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{2} = 1$$

مقدار آنتروپی هر صفت خاصه با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$H(C \setminus A_k) = \sum_{j=1}^{M_k} (P(a_{k,j})) \left[- \sum_{i=1}^N P(C_i \setminus a_{k,j}) \cdot \log_2 P(C_i \setminus a_{k,j}) \right] \quad (3)$$

که در آن:

$H(C \setminus A_k)$: میزان آنتروپی دسته مربوط به صفت خاصه.

$P(a_{k,j})$: احتمال اینکه k امین صفت خاصه در j امین حالت باشد که $k = 1, 2, \dots, M_k$

M_k : تعداد کل مقادیر برای k امین صفت خاصه.

N: تعداد کل کلاس‌ها (یا نتایج مختلف).
 $P(C_i \setminus a_{k,j})$: احتمال اینکه نوع کلاس C_i باشد و صفت خاصه k در ژامین مقدار خود باشد.
 K: تعداد کل صفات خاصه (Ignizio, 1991:134).

۳- متدولوژی

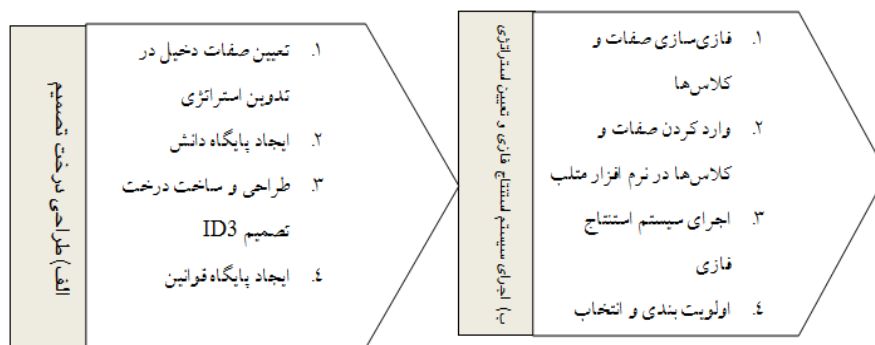
در این بخش فرآیند ساخت درخت تصمیم با استفاده از تکنیک‌های جدولی رویکرد کلاسیک و نحوه ایجاد پایگاه دانش و پایگاه قوانین بیان می‌شود. سپس در مرحله نهایی چگونگی ترکیب آنها با تئوری مجموعه‌های فازی و استفاده از سیستم استنتاج فازی تشریح می‌گردد.

فرآیند مذکور همانگونه که در شکل ۳ آمده است، شامل دو قسمت به شرح ذیل می‌باشد:

الف) طراحی درخت تصمیم آی.دی.۳

ب) اجرای سیستم استنتاج فازی و تعیین استراتژی

در مرحله الف از الگوریتم اجرایی درخت تصمیم ID3 که توانایی کار با متغیرهای نمادین و رتبه‌ای را دارد استفاده می‌کنیم و در مرحله ب از تئوری مجموعه‌های فازی و نرم افزار MATLAB در جهت تدوین استراتژی‌های مطلوب استفاده خواهیم کرد. در ادامه به تشریح هر یک از این مراحل پرداخته می‌شود.



شکل ۳: مراحل روش‌شناسی

۳-۱ طراحی درخت تصمیم

درخت تصمیم در طی ۴ مرحله ایجاد می‌شود که هر یک از این مراحل در ذیل تشریح می‌گردد:

۳-۱-۱ تعیین صفات دخیل در تدوین استراتژی

در این مرحله عوامل موثر در تدوین استراتژی با توجه به انتخاب هر کدام از تکنیکهای جدولی از قبیل ماتریس BCG^۱، ماتریس SPACE^۲، ماتریس GE^۳ و ... تعیین می‌شوند. این عوامل هر کدام دارای صفات خاصی هستند که بوسیله آنها می‌توان استراتژی‌های مطلوب را تعیین نمود. مقادیر هر یک از این عوامل با استفاده از متغیرهای زبانی و رتبه‌ای (کم، متوسط، زیاد) و یا طیف‌های دلخواه دیگر، بیان می‌شوند. متغیرهایی که مقادیر آن کلمات یا جملات زبان طبیعی یا مصنوعی هستند، متغیرهای زبانی نامیده می‌شوند (بوجدزیف، ۱۳۸۱: ۴۶). برای مثال صفات موجود در ماتریس SPACE عبارتند از: استحکام صنعتی، توان مالی، مزیت رقابتی و ثبات محیطی که مقادیر هر کدام از آنها با متغیرهای زبانی دلخواهی چون: کم، متوسط و زیاد بیان می‌شوند.

۳-۱-۲ ایجاد پایگاه دانش

پس از تعیین صفات دخیل در امر تدوین استراتژی نوبت به تشکیل پایگاه داده می‌رسد. در این مرحله، هر صفت (ورودی) را در هر کدام از مقادیر ممکن خود به همراه مقادیر سایر صفات (در حالت‌های مختلف) مطابق شکل ۴، در نظر گرفته و با اخذ نظرات خبرگان، استراتژی‌های مناسب یا همان کلاس‌ها را بر اساس مأموریت و چشم‌انداز سازمان مورد نظر، تعیین می‌کنیم. بازنمایی دانش و اکتساب دانش در سیستم‌های خبره ارتباط تنگاتنگی داشته و هر دو از اهمیت به سزایی برخوردار هستند. اخذ دانش می‌تواند بسیار مشکل و وقت‌گیر باشد. برای همین بعضی‌ها آن را در روند تولید یک سیستم خبره گلوگاه خوانده‌اند. در اخذ دانش بطور مستقیم با شخص خبره برای اکتساب دانش او در حوزه مورد نظر در ارتباط می‌باشیم که این کار آسانی نیست. دو تکنیک اخذ دانش عبارتند از:

- ۱- اکتساب دانش مستقیماً از شخص یا اشخاص خبره.
- ۲- مراجعه به مستندات و اطلاعات آماری که در حوزه مورد نظر موجود است.

1-Boston Consulting Group (BCG)

2-Strategic Position and Action Evaluation Matrix (SPACE)

3-General Electric Company

از هر دو روش فوق بطور وسیع و گاهی بطور همزمان در یک سیستم خبره بر پایه قانون استفاده می‌شود (Ignizio, 1991:101).

A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	صفات
				کلاس‌ها
a _{4,1}	a _{3,1}	a _{2,1}	a _{1,1}	C ₁
a _{4,1}	a _{3,1}	a _{2,1}	a _{1,1}	C ₂
a _{4,3}	a _{3,3}	a _{2,3}	a _{1,2}	C ₃
a _{4,1}	a _{3,3}	a _{2,1}	a _{1,3}	C ₄
a _{4,1}	a _{3,3}	a _{2,1}	a _{1,3}	C ₅
a _{4,2}	a _{3,2}	a _{2,2}	a _{1,1}	C ₆
a _{4,3}	a _{3,3}	a _{2,3}	a _{1,3}	C ₇
a _{4,2}	a _{3,2}	a _{2,2}	a _{1,2}	C ₈
a _{4,3}	a _{3,1}	a _{2,1}	a _{1,1}	C ₉
a _{4,4}	a _{3,3}	a _{2,3}	a _{1,3}	C ₁₀

شکل ۴: نمونه‌ای از پایگاه دانش

که در آن :

C_i ها همان استراتژی‌های تعیین شده از سوی خبرگان هستند.

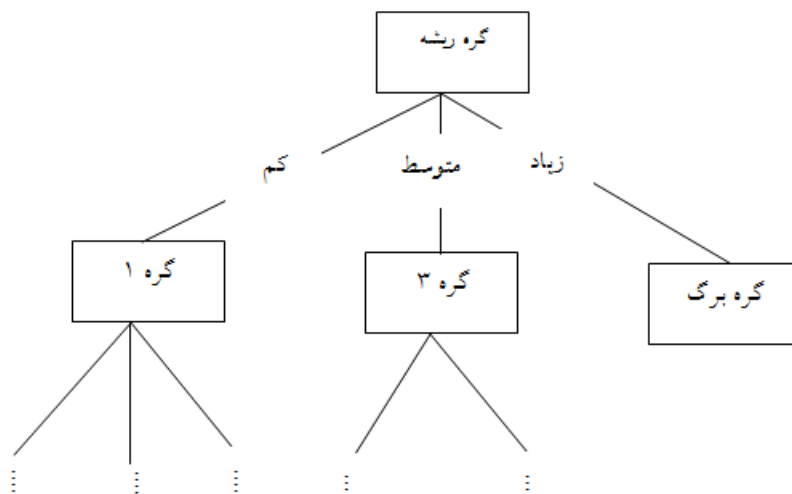
A_i ها همان صفات دخیل در امر تدوین استراتژی هستند.

a_{ij} ها همان متغیرهای کلامی (a_{1,1} = متغیر کلامی کم برای صفت A₁) در صفت خاصه می‌باشند.

۳-۱-۳- طراحی و ساخت درخت تصمیم ID3

در این مرحله ابتدا با استفاده از پایگاه داده که در مرحله قبل تکمیل شده است، آنتروپی هر یک از صفات موجود در ماتریس انتخابی از مرحله ۱ را با توجه به فرمول شماره ۳، جهت تعیین گره ریشه محاسبه و صفت با کمترین آنتروپی در گره ریشه قرار داده می‌شود. این روند تا رسیدن به گره برگ در هر یک از حالات متغیرهای کلامی مثل شکل ۵ (مثلاً: کم، متوسط و زیاد) برای هر یک از صفات، ادامه می‌یابد. در طی این روند با انتخاب هر یک از صفات به عنوان گره، پایگاه داده کوچکتر با حذف آن گره در شاخه مربوطه تشکیل، مجدداً آنتروپی صفات باقی مانده بر اساس پایگاه داده جدید محاسبه می‌-

شود و کوچکترین مقدار در گره جدید قرار داده شده و این جریان تا رسیدن به آنتروپی صفر و یا اتمام صفات ادامه می‌یابد.



شکل ۵: ساختار درخت ID3

۳-۱-۴- ایجاد پایگاه قوانین

در این مرحله قوانین مربوط به درخت تصمیم نوشته می‌شوند. بعنوان مثال قوانین به شکل زیر نوشته می‌شوند و در سیستم استنتاج فازی استفاده می‌شوند:

۱- اگر $(A_4 = a_{1,4})$ و $(A_3 = a_{2,3})$ آنگاه C_1

۲- اگر $(A_4 = a_{3,4})$ و $(A_3 = a_{1,3})$ آنگاه C_2

۳- اگر $(A_4 = a_{1,4})$ و $(A_3 = a_{2,4})$ آنگاه C_4

۴- اگر $(A_4 = a_{2,4})$ و $(A_3 = a_{3,3})$ آنگاه C_5

۵- ...

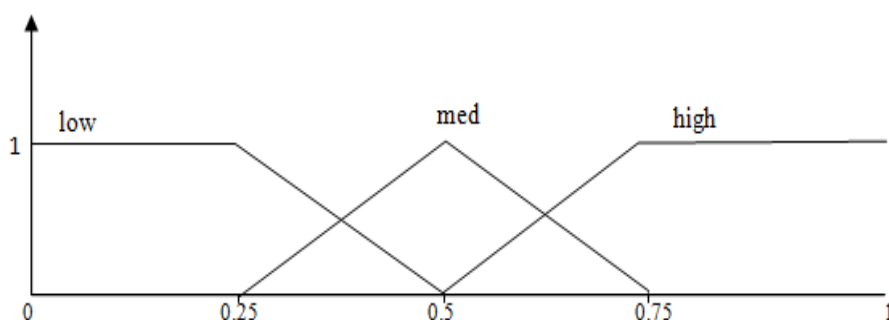
مجموعه قوانین فوق برای هر یک از استراتژی‌ها، پایگاه قوانین سیستم استنتاج را مهیا می‌سازد.

۳-۲- اجرای سیستم استنتاج فازی و تعیین استراتژی

این قسمت شامل چهار مرحله می‌باشد که به شرح زیر انجام می‌شوند:

۳-۲-۱- فازی‌سازی ورودی‌ها (صفات) و خروجی‌ها (استراتژی‌ها)

در این مرحله ابتدا پرسشنامه برای سنجش صفات تعیین شده طراحی شده و در اختیار خبرگان جهت سنجش امتیاز هر صفت قرار داده می‌شوند. در ادامه صفات خاصه را بر اساس متغیرهای کلامی تعیین شده از قسمت الف، با استفاده از توابع عضویت دوزنقه‌ای و مثلثی مطابق شکل ۶، فازی‌سازی کرده و آنها را جهت سادگی محاسبات، نرمال‌سازی می‌کنیم. در این مرحله همچنین خروجی‌ها یا همان استراتژی‌ها که به عنوان کلاس‌ها در درخت تصمیم مطرح هستند نیز با تابع عضویت مناسب فازی‌سازی می‌شوند. انتخاب نوع توابع عضویت اختیاری بوده و بسته به نظر کاربر دارد.



شکل ۶: فازی‌سازی متغیرهای کلامی صفات تعیین شده

۳-۲-۲- وارد کردن صفات و کلاس‌ها در نرم افزار MATLAB

این مرحله، مربوط به وارد کردن هر یک از صفات خاصه به عنوان ورودی‌ها، و استراتژی‌ها به عنوان خروجی‌ها، و پایگاه قوانین در نرم افزار متلب می‌باشد.

۳-۲-۳- اجرای سیستم استنتاج فازی

پس از وارد نمودن پایگاه قوانین و صفات و کلاس‌ها در ماژول فازی نرم افزار متلب، در ادامه با وارد نمودن امتیاز نرمال شده حاصل از پرسشنامه‌ها برای هر یک از صفات در سیستم استنتاج فازی، استراتژی‌های مناسب بر اساس اولویت ارائه می‌شود. موتور استنتاج فازی با استفاده از قوانین موجود در پایگاه، خروجی‌ها یا همان استراتژی‌ها را محاسبه می‌کند. البته خروجی‌ها به صورت اعداد فازی هستند که به روش مرکز ثقل یا روش‌های دیگر

بر اساس انتخاب کاربر، غیر فازی می‌شوند و در نهایت، استراتژی‌ها به صورت مقادیر کمی بیان شده و بر مبنای مقدار امتیاز به دست آمده، اولویت‌بندی می‌شوند.

۳-۲-۴- اولویت‌بندی و انتخاب استراتژی مناسب

در مرحله نهایی، امتیازهای به دست آمده از سیستم استنتاج فازی برای هر یک از استراتژی‌ها بر اساس مقدار امتیاز به دست آمده از بیشترین امتیاز به کمترین اولویت‌بندی می‌شود و استراتژی با بیشترین امتیاز به عنوان استراتژی مناسب انتخاب می‌گردد.

۴- نتیجه‌گیری

رویکرد درخت تصمیم فازی یک رویکرد محاسباتی نرم در هوش مصنوعی و علوم رایانه است. با بررسی صورت‌بندی آن می‌توان دریافت که بکارگیری آن در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و حل مسائل برنامه‌ریزی استراتژیک امکان‌پذیر است. در این مقاله متدولوژی درخت تصمیم فازی به گونه‌ای تدوین شده است که این دانش علوم رایانه در حوزه‌های مختلف مدیریتی قابل بکارگیری باشد. مقاله حاضر، در پی ارائه روشی برای تدوین استراتژی است که بتوان با استفاده از آن مشکلات رویکردهای کلاسیک و سنتی تدوین استراتژی، در برخورد با عدم قطعیت و عدم توانایی در واکنش سریع و بموقع در برابر تغییرات محیطی را، بر طرف نمود. رویکرد درخت تصمیم فازی، مدلی سیستماتیک ارائه می‌کند که سازمان‌ها با استفاده از آن می‌توانند در برابر تغییرات آشفته محیطی واکنش سریع داشته باشند. این رویکرد به دلیل فازی بودن؛ توانایی برخورد با عدم قطعیت را دارد و با در نظر گرفتن حالت‌های مختلف در پایگاه داده، واکنش به موقع در برخورد با تغییرات محیطی دارد.

مزیت دیگر این رویکرد، توانایی تحلیل متغیرهای کلامی است که دانش حاصل از آن برای انسان از قابلیت درک بالایی برخوردار است. عدم نیاز به داده‌های دقیق، اولویت‌بندی استراتژی‌ها، تشکیل پایگاه داده با استفاده از ماتریس‌های رویکرد کلاسیک و حفظ ماهیت اصلی آنها و نیز بهینه‌سازی صفات دخیل در امر تدوین استراتژی با محاسبه آنتروپی، مزایای دیگر این متد هستند.

منابع فارسی

- ۱- آذر، عادل، فرجی، حجت، (۱۳۸۷)، علم مدیریت فازی، مرکز مطالعات مدیریت و بهره‌وری ایران.
- ۲- بوجادزیف، ماریا، بوجادزیف، جرج، (۱۳۸۱)، «منطق فازی و کاربردهای آن در مدیریت»، سیدمحمد حسینی، انتشارات ایشیق، چاپ اول.
- ۳- گودرزی، محمدرضا، کنگاوری، محمدرضا، (۱۳۸۳)، یادگیری درخت تصمیم فازی، پنجمین کنفرانس سیستم‌های فازی ایران، ص ۱۲۵.

منابع انگلیسی

- 1- Baricelli, P., Lucas, C., Messina, E., Mitra, G. (1994). "A model for strategic planning under uncertainty", *Sociadad Estadistica e Investigacion operative*, Vol.4.
- 2- Belt, J.E., Bashore, E. (2000). "Managed care strategic planning the reality of uncertainty", *Healthcare Financial Management*.
- 3- Beynon, Malcolm, J, Peel, Yu-Cheng Tang. (2004). "The application of fuzzy decision tree analysis in an exposition of the antecedents of audit fees", *omega, The International Journal of management sciece*, Volume 32, Issue 3, pp. 231-244.
- 4- Chang Qin, Zeng, Lawery, Jonathan. (2005). "Decision Tree Learning with Fuzzy Labels", *Information Sciences* 172.
- 5- Cover, T.M., Thomas, A. (2006). "Elements of information theory", Second Edition, A jhon Wiley & Sons, INC., Publications.
- 6- Guoxiu, Liang. (2005). "A comparative study of three decision Tree algorithms: ID3, Fuzzy ID3 and probabilistic fuzzy ID3", Bachelor thesis, Informatics & economics Erasmus university Rotterdam rotterdam, the Netherlands, pp.5-7.
- 7- Ignizio, J.P. (1991). "Itroduction to expert systems: the development and implementaion of rule based expert system", McGraw-Hill, Inc, pp.101-134.
- 8- Jackson, Peter. (1990). "Introduction to expert systems", second edition, Addison Wesley Publishing Company; 2nd edition.
- 9- Jang, j. (1994). "Staructure determination in fuzzy modeling: A fuzzy CART approach", *Proc. IEEE Conf on Fuzzy Systems*, pp.480- 485.

- 10- Janikow, Cezary.(1998). “Fuzzy Decision Trees: Issues and Methods”, IEEE – transactin on systems, Man, and cybernetics – Part B: Cybernetics, Vol. 28, No. 1, pp.1-14.
- 11- Janikow, Z. Cezary, Fajfer, Maciej.(2000). “ Bottom- up Fuzzy Partitioning in Fuzzy Decision Trees”.
- 12- Mitchell, T.M. (1997). Machine learning, Mac Graw- Hill, p.52.
- 13- Pang Huang, Han, Chiun Liang, Chao. (1998). “ A Learning Fuzzy Decision Tree and its Aplplication to Tactile Image”, Proceedings of the 1998 IEEERSI Intl. Conference on Intelligent Robots and Systems Victoria, B.C., Canada, p.1578.
- 14- Sushmita Mitra, Kishorim, Konwar and Sankar K.Pal.(2002). “Fuzzy decision tree, linguistic rules and fuzzy knowledge – based network: Generation and Evaluation”, IEEE transaction on systems, Man and cybernetics – partC: applications and reviews, Vol.32, No, 4.
- 15- Wang, Thien-Chin, Da Lee, Hsien. (2006). “ Constructing a fuzzy Decision Tree by Integrating Fuzzy Sets and Entropy”, I-Shou

