

استدلال هوشمند مبتنی بر حالت با قابلیت یادگیری و بهبود عملکرد در سیستم‌های مدیریتی

ساجد داداشی^{۱*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۰۱ تاریخ چاپ: ۱۴۰۰/۰۳/۰۶

چکیده

از مهم‌ترین اقدامات در سیستم‌های مدیریتی این است که در مقابل رویدادهای فعلی، چه تصمیمی اتخاذ شود تا نتایج بهینه داشته باشد. باید بر اساس اطلاعات و اقدامات قبلی انجام شده و همچنین اطلاعات جدید، بهترین راه حل را بر اساس شرایط موجود و رویدادهای جدید انتخاب کرده و اجرایی کرد. در واقع اگر بتوان یادگیری را بر اساس همه موارد قبلی ایجاد و توسعه داد، می‌توان در مورد موارد فعلی و موارد آینده، عملکرد سیستم‌های مدیریتی را بهبود داده و بهترین تصمیمات را انتخاب کرد. استدلال هوشمند مبتنی بر حالت، یکی از روش‌های بهره‌گیری از اقدامات و اطلاعات قبلی و تصمیم‌گیری بهینه در مورد وقایع اخیر می‌باشد. در واقع، از تجربیات گذشته برای یافتن راه‌حل در وضعیت جدید استفاده می‌شود. استدلال مبتنی بر حالت، روشی موثر برای یادگیری تقویتی و افزایشی است که از دانش مربوط به گذشته بهره‌برداری می‌شود.

واژگان کلیدی

استدلال مبتنی بر حالت، مدل استدلال، بازیابی حالت

^۱ گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودسر و املش، رودسر، ایران (* نویسنده مسئول: sajed.dadashi@gmail.com)

۱. مقدمه

تصمیم‌گیری بهینه و کارآمد در سیستم‌های مدیریتی، بسیار مهم است و ممکن است حتی یک تصمیم کوچک، اثرات بسیار مهمی در کل سیستم داشته باشد. اینکه بتوان از تجربیات گذشته استفاده کرد و برای رویدادهای فعلی و رویدادهایی که احتمالاً در آینده رخ می‌دهند، بهترین تصمیمات را گرفت، بستگی به یادگیری درست از وقایع گذشته دارد. با افزایش رویدادها و تصمیماتی که در طول زمان اتفاق می‌افتند، حجم سیستم افزایش پیدا می‌کند، به گونه‌ای که پس از مدتی با یک سیستم در مقیاس بسیار بزرگ روبرو می‌شویم. در سیستم ایجاد شده، اگر روشی برای ذخیره موثر اقدامات قبلی وجود نداشته باشد، نمی‌توان در رویدادهای آینده از تجربیات گذشته به نحو مطلوب استفاده کرد. همچنین دسترسی و بهره برداری از اطلاعات گذشته، مدت زمان بسیار طولانی را می‌طلبد؛ بنابراین، استفاده از یک راه حل هوشمند برای نگهداری اصولی اطلاعات و سپس، بهره برداری از آنها در زمان مناسب برای حل مسائل آینده، امری اجتناب ناپذیر است.

استدلال هوشمند مبتنی بر حالت، یک راه حل کارآمد برای این منظور است که می‌تواند به روشی موثر برای کنترل و تصمیم‌گیری در سیستم‌های مدیریتی تبدیل شود. در این روش، از دانش مربوط به تجربیات قبلی و وضعیت دیگر مسائل برای یادگیری تقویتی و افزایشی استفاده می‌شود (رسیو و همکاران، ۲۰۱۲). در واقع، با استفاده از یادآوری موقعیت‌های مشابه قبلی و استفاده مجدد از اطلاعات و دانش آن، مسائل جدید حل می‌شوند. همچنین با ترکیب اطلاعات مشابه قبلی، می‌توان به بهترین تصمیم در مورد موقعیت کنونی و آینده دست پیدا کرد، به گونه‌ای که بر اساس مقایسه حالت فعلی با حالت‌های قبلی، بهترین انطباق صورت گرفته و راه حل به دست می‌آید. سپس، همین راه حل و حالت فعلی به گونه‌ای نگهداری می‌شوند تا در آینده، تصمیم‌گیری مطلوب‌تری حاصل شود. مزیت این روش این است که سیستم مدام در حال یادگیری بوده و می‌تواند با گذشت زمان، تصمیمات بهتری اتخاذ نماید.

در استدلال مبتنی بر حالت، برای اینکه بتوان از تجربیات گذشته استفاده کرد، وضعیت و حالت یک مساله و همچنین، موقعیتی که قبلاً تجربه شده است، ذخیره می‌شود تا قابل استفاده در حل مسائل آینده باشد. حالت جدید، یک حالت حل نشده است که با استفاده از استدلال مبتنی بر حالت، قابل حل است. در واقع، در این روش، یک رویه چرخشی و تکاملی حل مساله وجود دارد که با استفاده از تجربیات یاد گرفته شده، مسائل جدید حل می‌شود. تجربیات قبلی باید به گونه‌ای موثر در حافظه ذخیره شوند تا بتوان از طریق دانش موجود در حافظه، برای رویدادهای آینده تصمیم‌گیری کرد.

انتخاب ویژگی و سازماندهی حالت، دو مرحله اساسی در استدلال مبتنی بر حالت هستند، زیرا کارایی و دقت بازیابی و حتی موفقیت سیستم، وابستگی شدیدی به کیفیت این دو مرحله دارد (بیسواس و همکاران، ۲۰۱۴). به هر حال انتخاب ویژگی و انتخاب حالت نامناسب، به همراه یک سازماندهی حالت با ساختار ناکارآمد، نه تنها بازیابی حالت را دچار مشکل می‌کند، بلکه علاوه بر آن، پایگاه حالت را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. برای بدست آوردن یک سیستم مبتنی بر حالت کارآمد، انتخاب ویژگی‌های اساسی و حالت‌های مناسب، همراه با سازماندهی حالت مناسب، خیلی مهم هستند.

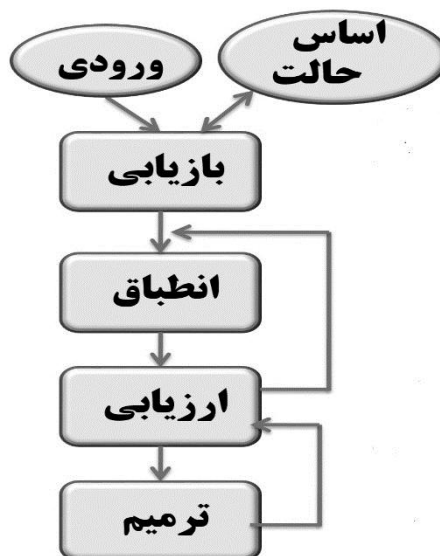
بخش ۲، مربوط به سیستم استدلال مبتنی بر حالت و ساختارهای آن می‌باشد. در بخش ۳، بازیابی حالت و همچنین استفاده مجدد از حالت، مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند. در بخش ۴، با حذف حالات مازاد و کاهش تعداد حالات، کارایی سیستم استدلال مبتنی بر حالت، بهبود پیدا می‌کند و سرانجام در بخش ۶، نتایج عنوان شده است.

۲. استدلال مبتنی بر حالت

استدلال مبتنی بر حالت، یک تکنیک حل مساله است که از تجربیات گذشته برای یافتن راه حل استفاده می‌کند. در واقع، برای حل مساله، از وضعیت مشابه و مشاهده شده در گذشته و بهره برداری و استفاده مجدد از اطلاعات و دانش آن در وضعیت جدید استفاده می‌شود. برخلاف دیگر روش‌های هوش مصنوعی که از دانش کلی حوزه مساله یا ایجاد ارتباط تعمیم یافته بین مسائل و راه حل‌ها استفاده می‌شود، در استدلال مبتنی بر حالت، استفاده از دانش مربوط به تجربیات قبلی و وضعیت دیگر مسائل، یادگیری تقویتی - افزایشی را نتیجه می‌دهد. در استدلال مبتنی بر حالت، دو مفهوم حالت گذشته و حالت جدید وجود دارد. حالت گذشته که از آن تحت عنوان حالت قبلی، حالت ذخیره شده و یا حالت حفظ شده هم یاد می‌شود، یک موقعیت است که قبلاً تجربه شده است و برای اینکه در حل مسائل آینده قابل استفاده باشد، حفظ و ذخیره می‌شود. حالت جدید یا حالت حل نشده، توصیف یک مساله جدید است که هنوز حل نشده است. استدلال مبتنی بر حالت، یک رویه چرخشی و تکاملی حل مساله است که از تجربیات یاد گرفته شده در حل مسائل قبلی استفاده می‌کند تا مساله جدید را حل کند (هان و همکاران، ۲۰۱۵).

از مدل‌های مهم مربوط به استدلال مبتنی بر حالت، می‌توان به مدل Hunt و مدل Kolodner-Leake اشاره کرد. مدل Hunt در شکل ۱ نشان داده شده است. این مدل شامل مراحل زیر است:

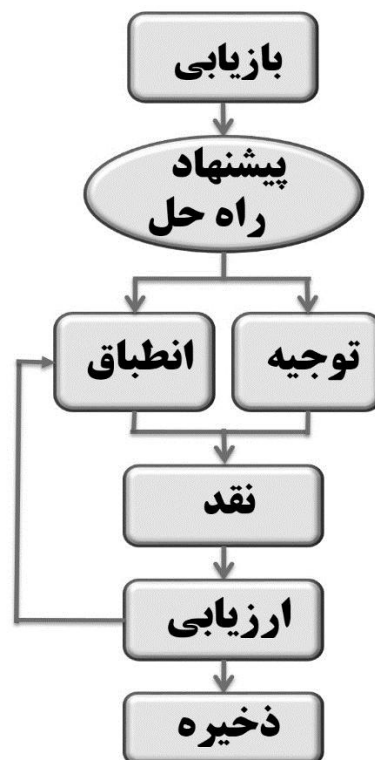
- آنالیز ورودی: تعیین ویژگی‌های مهم برای استفاده در انتخاب حالت‌های گذشته موجود در پایگاه حالت که از روی اساس حالت و ورودی انجام می‌شود.
- بازیابی: دریافت ویژگی‌ها و ورودی اولیه، تعیین لیستی از حالات گذشته منطبق بر حالت فعلی
- انطباق: تعیین بهترین تطبیق و تغییر برای تطابق با مساله فعلی
- ارزیابی: تعیین وجود راه حل برای مساله فعلی با استفاده از حالات تطبیقی، نمایش حالت ایجاد شده به عنوان راه حل مساله و ذخیره در پایگاه داده حالت در صورت پذیرفته شدن
- ترمیم: اصلاح حالت برای پاسخگویی به تمام جنبه‌های مساله، در صورت حل نشدن تمام آن



شکل ۱: مدل Hunt از استدلال مبتنی بر حالت

مدل Kolodner-Leake در شکل ۲ نشان داده شده است. این مدل، شامل مراحل زیر است:

- بازیابی: بازیابی حالت‌های تطبیق داده شده بر اساس انتخاب پارامترهای مناسب
- پیشنهاد: پیشنهاد یک راه حل مناسب
- انطباق: اصلاح راه حل قدیمی برای تناسب با موقعیت موجود
- توجیه: استفاده از حالت‌های گذشته به عنوان نقاط مرجع برای دسته بندی راه‌حل‌های جدید
- نقد: نقد راه حل‌های کاندید برای تشخیص مشکلات بالفعل
- ارزیابی: انطباق بیشتر برای اصلاح مسائل
- ذخیره: ذخیره نتایج



شکل ۲: مدل Kolodner-Leake از استدلال مبتنی بر حالت

نمایش دانش در حافظه، شامل ۴ مرحله است که عبارتند از:

- ۱- تشخیص مناسب بودن زمان جستجوی حالت و رویه‌های تطبیق
- ۲- نگهداری تجربه حاصل از مساله حل شده که منجر به یافتن ساختاری مناسب برای توصیف محتوای حالت می‌شود.
- ۳- سازمان دهی و شاخص گذاری حافظه حالت که بهینه شدن بازیابی و استفاده مجدد را نتیجه می‌دهد.
- ۴- یکی کردن حافظه حالت با مدلی از دانش کلی دامنه

۳. بازیابی حالت و استفاده مجدد از حالت

بازیابی حالت، یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین مراحل در استدلال مبتنی بر حالت است که بقیه مراحل به آن وابسته هستند و با ایجاد دقت لازم در بازیابی حالت، می‌توان انتظار کارآمد بودن مراحل بعدی را داشت. بازیابی حالت، نیاز به سه مرحله دارد که شامل شناسایی ویژگی، تطبیق و انتخاب است (کوکیس و همکاران، ۲۰۱۴). در مرحله شناسایی ویژگی، ابتدا توصیف‌گرهای ورودی شناخته می‌شوند که نیاز به روشی دقیق برای ساختارهای معناگرا دارد که به خصوص در سیستم‌های مدیریتی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هستند. در صورت ناشناخته بودن ویژگی ورودی، از کاربر خواسته می‌شود تا توضیح کافی در خصوص آن ارائه دهد. در این صورت، می‌توان آن ویژگی را به شبکه معنایی موجود اتصال داد.

در مرحله تطبیق، یک مجموعه از کاندیداهای قابل قبول انتخاب می‌شوند. برای بازیابی یک مجموعه حالات از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که از آن جمله می‌توان به دنبال کردن اشاره‌گرهای مستقیم اندیس از ویژگی‌های مساله و روش دقیق برای ساختارهای معناگرا استفاده کرد (لوپیان و همکاران، ۲۰۱۴). در این مرحله هم می‌توان در صورت عدم توضیح کافی ارائه شده توسط کاربر، باز هم ارائه توضیح را خواستار شد.

در مرحله انتخاب که آخرین مرحله بازیابی حالت است، درجه تطبیق اولیه به صورت دقیق‌تری ارزیابی می‌شود تا در صورت امکان، تطبیق بهتر پیدا شود (مینور و همکاران، ۲۰۱۴). این کار، با دنبال کردن پیوندهای متفاوت به حالت‌های نزدیک تولید نتایج و پیامدهای هر حالت بازیابی شده و توجیه نتایج حاصل می‌شود. همچنین، از طریق مدل سیستم از دانش کلی دامنه، از کاربر برای تصدیق مرتب‌سازی حالت‌ها به صورت سلسله‌مراتبی و انتخاب حالت شبیه‌تر به حالت جدید درخواست می‌شود.

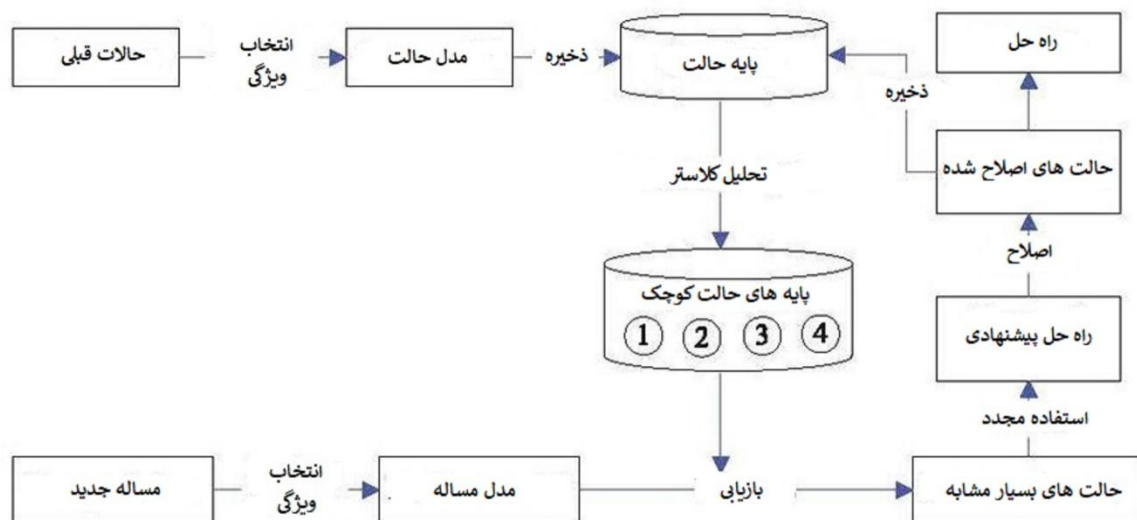
در مورد استفاده مجدد از راه‌حل حالات بازیابی شده، باید دو جنبه را لحاظ کرد. جنبه اول مربوط به تفاوت‌های میان حالت فعلی و حالت قبلی است و جنبه دوم به این موضوع می‌پردازد که چه قسمتی از یک حالت بازیابی شده باید به حالت جدید انتقال داده شود. در کارهای دسته‌بندی ساده، باید شباهت‌ها با دقت بررسی شوند و راه‌حل مربوط به حالت بازیابی شده، به عنوان کلاس راه‌حل حالت جدید لحاظ شود. در سیستم‌های دیگر علی‌الخصوص، سیستم‌های مدیریتی که هر تصمیمی هر چند کوچک، ممکن است بسیار اثرگذار باشد، حتماً باید تفاوت‌ها را به حساب آورد (روکا و همکاران، ۲۰۱۴). در واقع، نباید به طور مستقیم، قسمتی با استفاده مجدد را به حالت جدید واگذار کرد و باید یک مرحله انطباق برای در نظر گرفتن تفاوت‌ها لحاظ شود.

مرحله انطباق، خود، شامل دو مرحله است که مرحله اول، استفاده از راه‌حل قبلی و مرحله دوم، استفاده از روش قبلی ایجاد کننده راه‌حل است. در مرحله استفاده از راه‌حل قبلی که به آن، استفاده مجدد با تبدیل هم گفته می‌شود، نباید مستقیماً راه‌حل حالت گذشته را برای حالت جدید در نظر گرفت (یان و همکاران، ۲۰۱۴). بلکه باید دانشی به فرم عملگرهای تبدیل برای اعمال به راه‌حل قبلی و تبدیل آن به راه‌حل جدید وجود داشته باشد. یک روش برای سازماندهی این اپراتورها، اندیس گذاری آنها در اطراف تفاوت‌های کشف شده بین حالت‌های فعلی و بازیابی شده است. در مرحله استفاده از روش قبلی ایجاد کننده راه‌حل که به آن، استفاده مجدد با اشتقاق هم گفته می‌شود، باید به چگونگی حل مساله با دقت نگاه شود که مستلزم داشتن اطلاعاتی در مورد روش حل، توجیه عملگرهای استفاده شده و مسیرهای جستجوی

ناموفق است (ژو و همکاران، ۲۰۱۴). سپس، روش بازیابی شده به حالت جدید معرفی می شود و طرح قبلی به زمینه جدید (کشف جایگزین های موفق، عملگرها و مسیرها در طول اعمال روش)، اعمال خواهد شد.

۴. بهبود کارایی سیستم استدلال مبتنی بر حالت با کاهش حالات

همانطور که گفته شد، انتخاب ویژگی و سازماندهی حالت، دو مرحله اساسی در استدلال مبتنی بر حالت هستند و کارایی و دقت بازیابی و حتی موفقیت سیستم، بستگی بسیار زیادی به کیفیت این دو مرحله دارد. می توان با استفاده از راهکار مجموعه ناهموار همسایگی، انتخاب ویژگی را کاهش داد (تایک و همکاران، ۲۰۱۹). به کمک این کاهش، ویژگی های مازاد حذف می شوند. حالت های بسیار مشابه با هم و کلاستر مربوطه می توانند به منظور بازیابی بیشتر پیدا شوند. ساختار مدل برای عمل کاهش در شکل ۳، نشان داده شده است.



شکل ۳. ساختار مدل برای کاهش حالات مازاد

دانش و تجارب قبلی به صورت حالت ها در کتابخانه حالت ذخیره می شوند، در حالی که ویژگی های مناسب، برای نمایش آنها انتخاب می شوند. هر حالت در حافظه حالت، شامل سه بخش است، بخش اول، شماره حالت است که به وسیله سیستم و به منظور فراهم کردن یک شناسه منحصر به فرد برای هر حالت، اختصاص داده می شود. بخش دوم، توصیف مسأله است که برای شرح موقعیت در زمان رخداد حالت، به کار می رود. بخش آخر، توصیف راه حل است که برای نمایش نتایج حالت های مربوط به هم استفاده می شود. معمولاً، حالت، به وسیله تعداد کمی از ویژگی های اصلی، نمایش داده شده و ویژگی های مازاد، حذف می شوند؛ بنابراین، باید توجه زیادی به این مورد شود که چگونه می توان از بین مقادیر اولیه بسیار زیاد، ویژگی های اصلی را انتخاب کرد (لو و همکاران، ۲۰۱۹). این کار، انتخاب ویژگی نامیده می شود. در این راستا، باید به موارد زیر توجه کرد:

- اینکه یک ویژگی مازاد است و یا سودمند می باشد، مبتنی بر همبستگی آن با ویژگی های دیگر است. در صورت داشتن همبستگی، مازاد است.
- اینکه یک ویژگی وابسته است یا خیر، بستگی به این دارد که آیا می تواند بر روی پیش بینی مسأله، تأثیرگذار باشد یا خیر. اگر تأثیرگذار باشد، یعنی وابسته است و در غیر این صورت، مستقل است.

• زیرمجموعه ویژگی نهایی باید زیرمجموعه‌ای باشد که همه ویژگی‌های مسأله، دو به دو غیر مرتبط بوده، اما بسیار نزدیک به مسأله باشند. هنگامی که ویژگی‌ها تعیین شدند، برای توصیف حالت‌ها و همچنین، برای بازیابی آینده در سیستم استدلال مبتنی بر حالت، استفاده خواهند شد (شان و همکاران، ۲۰۱۹).

در روش کاهش حالات مازاد، یک سیستم اطلاعاتی به صورت $S = \langle U, A \rangle$ نشان داده می‌شود که U ، نشان دهنده جهان است و A ، مجموعه صفات و مشخصات می‌باشد. $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ و $A = CUD$ است. C ، مجموعه صفات شرط و D ، صفات تصمیم است. اگر B ، زیرمجموعه یا مساوی C باشد، به ازای هر x_i عضو U ، همسایگی $\delta_B(x_i)$ از عضو x_i موجود در B ، به صورت رابطه ۱، تعریف می‌شود.

$$\delta_B(x_i) = \{x_j | x_j \in U, \Delta_B(x_i, x_j) \leq \delta\} \quad (1)$$

که Δ تابع فاصله است. فاصله دو عضو x_1 و x_2 موجود در U ، به صورت رابطه ۲ تعریف می‌شود.

$$\Delta_P(x_1, x_2) = (\sum_{i=1}^n |f(x_1, a_i) - f(x_2, a_i)|^P)^{1/P} \quad (2)$$

که $f(x, a_i)$ مقدار x در a_i است؛ بنابراین، مجموعه همسایگی $\{\delta(x_i) | x_i \in U\}$ ، تشکیل یک فضای کوچک را می‌دهد که U را پوشش خواهد داد، به جای اینکه آن را پارتیشن بندی کند. رابطه همسایگی N روی U ، می‌تواند توسط ماتریس رابطه $R(N) = (r_{ij})_{n \times n}$ نشان داده شود که به صورت رابطه ۳ است.

$$r_{ij} = \begin{cases} 1 & \Delta(x_i, x_j) \leq \delta \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

بنابراین، تقریب پایین تر N_x ، تقریب بالاتر N^x و حد BN_x از x در $\langle U, N \rangle$ به صورت رابطه ۴ بیان می‌شود:

$$\begin{aligned} N_x &= \{x_i | \delta(x_i) \subseteq X, x_i \in U\} & N^x &= \{x_i | \delta(x_i) \cap X \neq \emptyset, x_i \in U\} \\ BN_x &= N^x - N_x \end{aligned} \quad (4)$$

پس یک سیستم تصمیم همسایگی به صورت $NDS = \langle U, A, N \rangle$ نمایش داده می‌شود. تقریب پایین تر $N_B D$ ، تقریب بالاتر $N^B D$ و حد BN_D به صورت رابطه ۵ تعریف می‌شود:

$$N_B D = \bigcup_{i=1}^n N_B X_i \quad N^B D = \bigcup_{i=1}^n N^B X_i \quad BN_D = N^B D - N_B D \quad (5)$$

ارزش مشخصه a ، به صورت رابطه ۶ تعریف می‌شود:

$$\gamma_B(D) = \frac{|POS_B(D)|}{|U|} \quad sig(a, B, D) = \begin{cases} \gamma_B(D) - \gamma_{B-a}(D) & \text{if } a \in B \\ \gamma_{B \cup a}(D) - \gamma_B(D) & \text{if } a \notin B \end{cases} \quad (6)$$

در این صورت، اگر $sig(a, B, D) = 0$ باشد، مشخصه a مازاد است، در غیر این صورت ضروری است؛ بنابراین، با استفاده از مجموعه ناسازگار همسایگی، وزن‌های ویژگی تعیین شده و ویژگی‌های مازاد با توجه به وزن‌های هر ویژگی حذف می‌شوند.

۶. بحث و نتیجه‌گیری

استدلال مبتنی بر حالت، یک تکنیک هوشمند برای حل مسائل بر اساس تجربیات گذشته است، به طوری که حل مسائل را بر اساس چهار فاز بازیابی، استفاده مجدد، اصلاح و نگهداری انجام می‌دهد. تکنیک‌های مختلفی برای نمایش دانش و به خصوص حالت‌ها وجود دارد. یکی از مهم‌ترین کاربردهای استدلال مبتنی بر حالت، وظایف تحلیلی و ترکیبی است، به گونه‌ای که با داشتن قابلیت یادگیری افزایشی و جلو رونده، در سیستم‌های معنایی، منطقی و استدلالی، می‌تواند نقش بسیار

مهمی ایفا کند. به همین خاطر، در سیستم‌های مدیریتی که هر تصمیمی هر چند کوچک، نقش اساسی در کل سیستم ایفا می‌کند و حتماً باید از تجربیات گذشته برای مدیریت آینده استفاده کرد، استدلال مبتنی بر حالت، می‌تواند بسیار کارآمد باشد. در این روش، به محض مواجه شدن با یک حالت جدید، تمام حالت‌های قبلی و مسائل حل شده قبل، مورد ارزیابی دقیق قرار گرفته و حالت‌هایی که تشابه بسیار و تفاوت بسیار کم با حالت جدید دارند، لحاظ شده و از استدلال و ترکیب آنها با توجه به حالت جدید، تصمیم درست گرفته می‌شود.

۷. منابع و مآخذ

1. A. Recio, J., A.Gonzalez-Calero, P., & Diaz-Agudo, B. (2012). *JCOLIBRI2: A Framework for Building Case-Based Reasoning Systems*. Elsevier Journal, Science of Computer Programming.
2. Kr. Biswas, S., Sinha, N., Purakayastha, B., & Marbaniang, L. (2014). *Hybrid Expert System Using Case Based Reasoning and Neural Network for Classification*. Elsevier, Journal of Biologically Inspired Cognitive Architectures.
3. Han, M., & Cao, Z. (2015). *An Improved Case-Based Reasoning Method and its Application in Endpoint Prediction of Basic Oxygen Furnace*. Elsevier, Journal of Neurocomputing.
4. Kocsis, T., Negny, S., Floquet, P., Xuan, M., & Rev, Endre. (2014). *Case-Based Reasoning System for Mathematical Modeling Options and Resolution Methods for Production Scheduling Problems: Case Representation, Acquisition and Retrieval*. Elsevier, Journal of Computers & Industrial Engineering.
5. Lupiani, E., M. Juarez, J., & Palma, J. (2014). *Evaluating Case-Base Maintenance Algorithms*. Journal of Knowledge-Based Systems.
6. Minor, M., Bergmann, R., & Gorg, S. (2014). *Case-Based Adaption of Workflows*. Elsevier, Journal of Information Systems.
7. G. C. Rocah, R., R. Azevedo, R., Cesar Sousa, Y., A. Tavares, E., & Meira, S. (2014). *A Case-Based Reasoning System to Support the Global Software Development*. 18th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems.
8. Yan, A., Shao, H., & Guo, Z. (2014). *Weight Optimization for Case-Based Reasoning Using Membrane Computing*. Elsevier, Journal of Information Sciences.
9. Zhu, G., Hu, J., Qi, J., Ma, J., & Peng, Y. (2015). *An Integrated Feature Selection and Cluster Analysis Techniques for Case-Based Reasoning*. Journal of Engineering Applications of Artificial Intelligence.
10. Thike, P., Xu, Z., Cheng, Y., Jin, Y., & Shi, P. (2019). *Materials Failure Analysis Utilizing Rule-Case Based Hybrid Reasoning Method*. Elsevier, Journal of Engineering Failure Analysis.
11. Low, N., Hesser, J., & Blessing, M. (2019). *Multiple Retrieval Case-Based Reasoning for Incomplete Datasets*. Elsevier, Journal of Biomedical Informatics.
12. Shan, W., Dongbo, L., Gao, J., & Jing, L. (2019). *A Knowledge Based Machine Tool Maintenance Planning System Using Case-Based Reasoning Techniques*. Elsevier, Journal of Robotics and Computer-Integrated Manufacturing.

Intelligent Case-Based Reasoning with learning Capability and Improvement of Performance in Management Systems

Sajed Dadashi ^{*1}

Date of Receipt: 2021/01/20 Date of Issue: 2021/05/27

Abstract

One of the most important operations in management systems is the right decision related to present time events to have optimal result. The decision must be made based on past information and works and also the new information from present tense events. If the system can learn from all past circumstances and decisions, the system performance will be improved and the best decisions can be made. The case-based reasoning is one of the best ways for using past events to learn and find the best solution in new situation. In fact, the case-based reasoning is an intelligent approach with incremental learning that can use the past information effectively.

Keyword

Case Based Reasoning, Reasoning Model, Case Retrieval

1. Department of Computer Engineering, Roudsar and Amlash Branch, Islamic Azad University, Roudsar, Iran (*Corresponding Author: sajed.dadashi@gmail.com).