معیاری برای دسته‌بندی، امتیازدهی و استخراج از یادداشت‌برداری یادگیرندگان به منظور تولید محتوای آموزشی در سیستم یادگیری الکترونیکی

احمد کاردان[۱] و سید فخرالدین نوربهبهانی[۲]

چکیده: امروزه یادگیری الکترونیکی نقش مهمی را در آموزش ایفا می‌نماید و بدون شک یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش رو در آموزش الکترونیکی، تولید محتوای آموزشی مناسب برای یادگیرندگان است. از طرفی یادداشت‌برداری روشی معمول برای ثبت دیدگاه‌ها و ایده‌ها در ارتباط با قسمت خاصی از یک موضوع آموزشی است که می‌توان آنها را بین یادگیران به اشتراک گذاشت. این یادداشت‌ها می‌تواند به صورت پرسش، طرح ابهامات و یا خلاصه‌برداری و نتیجه‌گیری در یک موضوع آموزشی باشد. بنابراین، یکی از فنّاوری‌های قابل توجه در زمینهٔ تولید محتوای آموزشی، استفاده از یادداشت‌های کاربران برای تولید و بهبود محتوای آموزشی است. از آن جا که می‌توان یادداشت‌های یادگیرندگان را در ارتباط با یک موضوع خاص آموزشی به محتوای درس چسباند، استفاده از این یادداشت‌های می‌تواند مؤلف درس را در بهبود محتوای الکترونیکی دروس خود یاری کند. زیرا با توجه به هستی‌شناسی[۱] و مشخص بودن این مطلب که هر یادداشت مربوط به چه مفهومی است می‌توان محتوای آموزشی مورد نظر را در سلسله مراتب هستی‌شناسی بهبود بخشید. در ضمن می‌توان قسمتی از محتوای مناسب آموزشی را از یادداشت‌های کاربران استخراج نمود و در اختیار دیگر یادگیرندگان قرار داد. مزیّت این راهکار استفاده از یادداشت‌هایی است که در مقایسه با بازخوردهای صریح یادگیران، کاملاً آزادانه و به صورت ضمنی انجام می‌شود. چارچوب پیشنهاد شده در این کار روشی را برای استفاده از یادداشت‌های کاربران در تولید و بهبود محتوای الکترونیکی در سیستم‌های یادگیری الکترونیکی ارائه می‌کند. در این مقاله جزئیات دسته‌بندی یادداشت‌ها و همچنین روش‌های امتیازدهی آنها تشریح خواهد شد. علاوه‌بر این راهکارهای پیشنهادی برای استخراج نتائج تحلیل از یادداشت‌ها و تنظیم توصیه‌های لازم برای مؤلف درس مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. در ادامه راهکاری برای ارزیابی چارچوب پیشنهادی ارائه خواهد شد.

کلمات کلیدی: یادگیری الکترونیکی، یادگیری تطبیق‌پذیر، یادداشت‌برداری، تولید محتوا

۱ـ مقدمه

سیستم‌های یادگیری الکترونیکی و سیستم‌های فرارسانه آموزشی معمولاً شامل سه قسمت محتوای آموزشی، مدل کاربر و مدل تطبیق می‌باشند [۱-۵]. این سیستم‌ها تلاش می‌کنند با استفاده از اطلاعاتی که در مدل کاربر ذخیره می‌شود محتوای آموزشی را بر سبک آموزشی و سلیقهٔ یادگیرندگان تطبیق دهند [۱و ۶-۱۱]. ایجاد محتوای آموزشی مناسب و مؤثر یکی از مشکلات اصلی در طراحی و تولید دروس الکترونیکی است و بدون تردید یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در زمینه توسعه یادگیری الکترونیکی و تولید مواد آموزشی مناسب برای یادگیرندگان است [۱۲]. اگر محتوای آموزشی ثابت و غیر قابل تغییر باشد، فرایند یادگیری با مشکل مواجه خواهد شد زیرا علاوه‌بر تکراری بودن درس برای یادگیرندگان، ممکن است محتوای آموزشی به خوبی با نیازهای آنها منطبق نشده باشد. برای مقابله با چنین مشکلی بایستی به جای استفاده از محتوای ثابت و غیر قابل تغییر، این امکان وجود داشته باشد که محتوای آموزشی به مرور بهبود پیدا کند. از این رو، یادداشت‌های یادگیرندگان در ارتباط با محتوای آموزشی

تاریخ دریافت مقاله ۷۸/۱۱/۱۷ ، تاریخ تصویب نهایی ۸۸/۸/۴

[۱] **استادیار،** دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، (نویسنده مسئول)،
پست الکترونیکی: aakardan@aut.ac.ir
[۲] **کارشناس ارشد،** دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

می‌تواند معیار مناسبی برای تغییر و بهبود محتوا در جهت مورد نظر باشد.

یادگیرندگان می‌توانند روی هر یک از مفاهیم و موضوعات محتوای آموزشی یادداشت‌گذاری کنند. این یادداشت‌ها می‌تواند به صورت پرسش، طرح ابهامات و یا خلاصه‌برداری و نتیجه‌گیری در یک موضوع آموزشی باشد. اگر تعداد پرسش‌ها و ابهامات روی یک مفهوم خاص آموزشی از یک حد آستانه بیشتر شود نشانگر این است که آن مفهوم به صورت مناسب طراحی نشده است و باید اصلاح شود. در این صورت چنین یادداشت‌هایی می‌تواند در جهت توصیه‌دادن به مؤلفین دروس مورد پردازش قرار گرفته و به تولید توصیه‌های مناسب بیانجامد.

از طرف دیگر می‌توان از یادداشت‌های کاربران منظور تولید محتوا بهره جست. در این حالت بر اساس رتبه‌بندی یادداشت‌هایی که توسط یادگیرندگان گذاشته می‌شوند، می‌توانیم بهترین یادداشت‌ها را انتخاب نموده و به دیگر یادگیرندگان ارائه کنیم. این بدین معنا است که وقتی یک یادگیرنده با یک مفهوم آموزشی جدید مواجه می‌شود، می‌توان آن مفهوم را به همراه یادداشت‌های مفید و مرتبط برای او نمایش داد.

در این مقاله پس از مقدمه‌ای که گذشت ابتدا در بخش ۲ خلاصه‌ای از فعالیت‌های پژوهشی انجام شده در زمینه تولید محتوای آموزشی ارائه می‌شود. سپس در بخش ۳ مسأله مورد نظر در این کار تشریح خواهد شد. در ادامه و در بخش ۴ راه حل خودمان را در قالب چارچوبی برای ایجاد و بهبود محتوا ارائه خواهیم نمود. این چارچوب امکان مشاهده، ایجاد و رتبه‌بندی یادداشت‌ها را برای یادگیرندگان فراهم می‌آورد. در بخش ۵ از یادداشت‌ها و هستی‌شناسی مفاهیم برای راهنمایی مؤلف در یافتن مفاهیمی‌که باید اصلاح گردند استفاده می‌کنیم. نهایتاً در بخش ۶ روش ارایهٔ یادداشت‌های مناسب برای یک یادگیرنده خاص با استفاده از رتبه‌بندی یادداشت‌ها تشریح می‌شود. در بخش ۷ نتایج ارزیابی روش پیشنهادی را نشان خواهیم داد و سر انجام در بخش ۸ نتیجه‌گیری کارهای انجام شده در این پژوهش و کارهای آتی بیان می‌شود.

تولید محتوای آموزشی الکترونیکی یکی از مهم‌ترین موضوعاتی است که غالب پژوهش‌ها را در زمینه یادگیری الکترونیکی تحت تأثیر خود قرار داده است [۱۶]. دانجلو در برخی از مدل‌های مؤثر را برای ایجاد محتوای الکترونیکی شرح می‌دهد که تمرکز اصلی آن‌ها بر روی آموزش زبان خارجی است [۱۶]. وی در آن کار فازهای طراحی محتوای آموزشی را به همراه فعالیت‌های هر یک در سه فاز تعریف می‌نماید که عبارتند از؛ ۱- طراحی ساختاری ماژول درسی، ۲- طراحی محتوای متنی، محتوای چندرسانه‌ای و تست فرارسانه، و ۳- انتشار متون بر روی وب.

محتوای آموزشی مهم‌ترین مؤلفه در یک سیستم یادگیری الکترونیکی است. صرف‌نظر از ساختار و فرمتی که این محتوا دارا می‌باشد، فرایند تولید محتوای الکترونیکی اساساً یکسان است و شامل تولید محتوا (ایجاد الکترونیکی)، تبدیل محتوا به فرمت‌های قابل استفاده (ویرایش الکترونیکی)، و قرار دادن محتوا بر روی سکوی مورد نظر (انتشار الکترونیکی) است. دانجلو در با توجه به فرایند تولید محتوای الکترونیکی، نقش‌های انسانی مؤثر در ایجاد الکترونیکی، ویراستاری الکترونیکی و نشر الکترونیکی را تعریف و وظایف هر نقش را شرح می‌دهد [۱۶].

در یک روش لایه‌بندی برای توسعه دروس مبتنی بر وب ارائه شده است که امکان ایجاد تعاون و همکاری بین مؤلفین را در حوزهٔ وب فراهم می‌کند [۱۷]. در اینجا منظور از همکاری تقسیم محتوای دروس به بخش‌هائی با قابلیت استفاده مجدد است. دروس مبتنی بر وب تنها دسترسی به صفحات و اسناد را فراهم نمی‌کنند بلکه به صورت درگاهی عمل می‌کنند که امکان دسترسی به مواد آموزشی را در هر نقطه از جهان فراهم می‌آورند، و این نکته مسلّماً بر فرایند ایجاد دروس مبتنی بر وب تأثیر می‌گذارد [۱۷]. ایجاد دروس مبتنی بر وب به منزله ایجاد محیط‌هایی است که امکان اشتراک را فراهم می‌آورند. رسیدن به این مهم نیازمند سازماندهی مناسب منابع تحت وب است که باید با روشی مناسب، دانش را طبقه‌بندی و نمایه‌سازی نمود. به عبارت دیگر اگر مواد آموزشی از ابتدا به روشی مناسب تولید شوند، همکاری و تعاون به سادگی

امکان‌پذیر خواهد بود. مثالی از چنین روشی سیستم AIMS[۲] است که یک سیستم هوشمند برای پشتیبانی از دانش‌آموزان در بازیابی، ارزیابی و درک مطالب به هنگام آموزش در یک محیط یادگیری است [۱۸]. راه حل مناسب برای سازماندهی کارآمد منابع مبتنی بر وب، مفهوم‌سازی مواد آموزشی یا دامنه آموزشی است [۱۷]. اساس مفهوم‌سازی ساختن هستی‌شناسی دامنه برای موضوع درسی است که نمایانگر تعریف ساختارهای درسی است [۱۹]. از منظری دیگر آموزش مبتنی بر وب نباید خود را به طرح تنها یک ایجادکننده محدود کند. بنابراین، یادگیری باید سفارشی طراحی شده باشد تا سبک یادگیری، جنبه‌های انگیزشی، جنبه‌های روانشناختی، و پیش‌زمینه‌های فرهنگی دانش آموز را لحاظ کند [۲۰-۲۲]. بنابراین، جنبه‌های فوق می‌بایست در ایجاد محتوا مد نظر قرار گیرند و یک ایجادکننده مسلماً نمی‌تواند تمام جنبه‌های فوق الذکر را رعایت کند. به همین دلیل نیاز به همکاری و مساعدت بین ایجادکنندگان کاملاً احساس می‌شود. روش دیگر برای اثربخشی به فرایند آموزش، استفاده از بازخورد است. علاوه‌بر بازخوردهایی که به یادگیرنده داده می‌شود، بازخوردهایی برای ایجادکنندگان محتوا نیز در طی توسعه درس فراهم می‌شود. بازخوردهای ارزشمند در سیستم‌های یادگیری الکترونیکی، توسط مدرس و از طریق پست الکترونیکی صورت می‌گیرد که غالباً با تأخیر همراه بوده و نسبتاً وقت‌گیر است. در مکانیزم‌هایی براساس هستی‌شناسی برای تولید بازخوردهای مؤثر ارائه شده است [۲۳]. دانش حاصل از نتایج بازخوردها جهت ارزیابی دانش کسب‌شده، و اصلاح و بهبود مواد آموزشی به کار می‌رود [۲۴].

۲-شرح مسأله

استفاده از بازخوردها برای اصلاح محتوای آموزشی با مشکلات عدیده‌ای همراه است. کاربران سیستم یادگیری الکترونیکی می‌بایست به صورت صریح بازخوردهایی را به ایجادکنندگان محتوای آموزشی بدهند که اشکال آن در به سختی انداختن کاربر و اتلاف وقت او می‌باشد. در ضمن بررسی و اعتبار سنجی بازخوردهای دریافتی به خودی خود فرایندی پیچیده، وقت‌گیر و هزینه‌بر است. علاوه بر این، مشخص کردن ارتباط هر بازخورد با هر یک از محتواهای آموزشی نیز مشکل‌ساز خواهد بود. از طرفی بدون در نظر گرفتن چنین جنبه‌هایی سیستم بازخورد عملاً کارایی لازم را نخواهد داشت. در این پژوهش، چارچوبی را ارائه خواهیم نمود که در قالب آن می‌توان محتوای آموزشی را بهبود بخشید. همچنین به کمک چارچوب پیشنهادی می‌توان محتوای آموزشی جدیدی را تولید و به یادگیرنده ارائه نمود.

راه حلی که ارائه خواهیم نمود روشی است کاملاً ابداعی و نوآورانه برای گردآوری بازخوردهای ضمنی یادگیرندگان و ارائه به ایجادکنندگان به منظور بهبود بخشیدن محتوای الکترونیکی دروس. ایده اصلی در چنین روشی اصلاح مواد آموزشی با استفاده از یادداشت‌های یادگیران بر روی محتوای آموزشی است. بدیهی است به دلیل ضمنی بودن چنین بازخوردی مشکل به سختی انداختن یادگیرندگان برطرف می‌شود. اگر تعداد پرسش‌ها و ابهامات مربوط به یک مفهوم خاص آموزشی از یک حد آستانه بیشتر شود نشان‌گر آن است که آن مفهوم به صورت مناسبی طراحی نشده و باید مورد بررسی و تجدید نظر قرار گیرد.

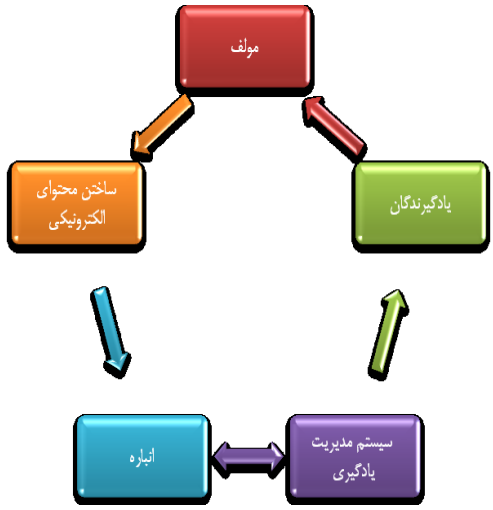
در این پژوهش فرمول‌هایی ابداع نمودیم که به صورت خودکار محاسبه شده و در صورتی‌که مقدار محاسبه شده از یک حد آستانه بیشتر شود نشان‌گر این است که محتوای مفهوم آموزشی مورد نظر باید اصلاح گردد. بنابراین نیازی به بررسی و اعتبار سنجی بازخوردهای دریافتی توسط ایجادکننده نخواهد بود و این مشکل هم به این طریق برطرف شد.

بدیهی است به دلیل این‌که یادداشت‌های کاربران (پرسش‌ها و ابهامات) بر روی محتوای آموزشی قرار دارد، تعیین محتوایی که لازم است اصلاح گردد امکان‌پذیر خواهد بود، و مشکل مشخص کردن ارتباط هر بازخورد با هر یک از محتواهای آموزشی نیز بر طرف می‌شود.

نوآوری دیگری که در این پژوهش ارائه شده است، معرفی روابطی جهت انتخاب بهترین یادداشت‌ها بر اساس هر مفهوم آموزشی است. پس از انجام چنین محاسباتی، امکان ارائه محتوای آموزشی به همراه توضیحات و یادداشت‌های مناسب برای یادگیرندگان فراهم می‌آید.

۳- چارچوب پیشنهادی

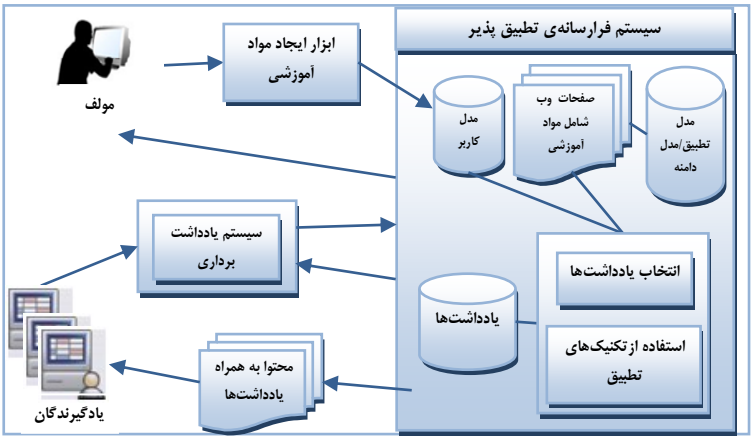
برای درک بهتری از چارچوب پیشنهادی، چرخه متداول در تولید محتوای آموزشی در شکل (۱) نمایش داده شده است. هدف از طراحی چنین محتوایی به کارگیری آن توسط یادگیرنده در یک زمینه آموزشی خاص می‌باشد که همراه با نظارت استاد درس است [۱۳].



شکل ۱ نمایش چرخهٔ عمر متداول در تولید محتوای آموزشی

همان‌طور که در شکل (۱) نشان داده شده است، محتوای آموزشی در این حالت ثابت و غیر قابل تغییر است. زیرا یک درس الکترونیکی توسط استاد درس یا مؤلف آن طراحی و ساخته می‌شود و در انباره محتوای الکترونیکی دروس ذخیره می‌شود. سپس این درس توسط سیستم مدیریت یادگیری برای یادگیرنده ارائه می‌شود. یادگیرندگان نیز در تعامل با استاد درس می‌باشند ولیکن هیچگونه بازخورد مستقیمی در ارتباط با محتوای آموزشی وجود ندارد. در شکل (۲) چارچوب پیشنهادی خود را جهت تولید و بهبود محتوا نشان داده‌ایم. این چارچوب دارای قابلیت‌های زیر می‌باشد:

- فراهم آوردن سیستم یادداشت‌برداری مبتنی بر وب برای یادگیرندگان
- فراهم آوردن ابزاری برای ایجاد محتوای آموزشی توسط مؤلفین دروس
- تولید خودکار بازخورد برای ایجاد کنندگان یا مؤلفین دروس
- تولید محتوا به همراه یادداشت‌های مناسب
- ارائه سیستم فرارسانه تطبیق‌پذیر



شکل ۲ چارچوب تولید و بهبود محتوا

همان طور که در شکل (۲) دیده می‌شود چارچوب پیشنهادی شامل مؤلفه‌های زیر می‌باشد که در ادامه توضیح داده می‌شوند.

- سیستم یادداشت برداری
- ابزار ایجاد مواد آموزشی
- سیستم فرارسانه تطبیق پذیر
- مؤلف
- یادگیرندگان

سیستم یادداشت‌برداری وظیفه ثبت و مدیریت یادداشت‌های یادگیرندگان را بر عهده دارد. این سیستم ابزار لازم جهت یادداشت‌برداری (نظیر برجسته‌سازی و گذاشتن متن) را فراهم می‌آورد. هر یادداشت ممکن است شامل پرسش‌ها، ابهامات و یا خلاصه برداری‌هایی باشد.

ابتدا مؤلف (استاد) محتوای آموزشی را با استفاده از ابزار ایجاد محتوا تولید می‌کند و آن را در پایگاه داده مدل دامنه (DM) ذخیره می‌کند. سیستم فرارسانه تطبیق‌پذیر با استفاده از مدل کاربر و تکنیک‌های تطبیق، محتوا را به کاربر ارائه می‌نماید. هنگامی که کاربر صفحه‌ای شامل محتوای آموزشی را مشاهده می‌کند، می‌تواند روی یک مفهوم خاص یادداشت‌گذاری نماید و پرسش‌ها و ابهامات

خود را مطرح نماید. علاوه‌بر این می‌تواند محتوای آموزشی را خلاصه برداری کند.

یادداشت‌ها در پایگاه داده ذخیره شده و پرسش‌ها و ابهامات کاربر به صورت خودکار توسط سیستم فرارسانه تطبیق‌پذیر پاسخ داده می‌شوند. البته روش پاسخ‌دهی به پرسش‌ها و ابهامات خارج از حوزه تحقیق حاضر است و در مقاله بعدی به آن پرداخته می‌شود. اگر تعداد پرسش‌ها و ابهامات در ارتباط با یک مفهوم خاص آموزشی از یک حد آستانه بیشتر شود نشان‌گر این است که آن مفهوم به صورت مناسبی طراحی نشده است و باید اصلاح گردد. در این حالت بازخورد مناسب برای ایجادکننده یا مؤلف فراهم می‌شود، و مؤلف متوجه می‌شود که مفهوم آموزشی مربوطه باید اصلاح شود. علاوه‌بر این سیستم فرارسانه تطبیق‌پذیر با استفاده از روشی که در بخش ۶ ارائه می‌گردد یادداشت‌های مناسبی را تولید و به همراه محتوای آموزشی به یادگیرنده ارائه می‌کند. در بخش بعد روش اصلاح مفاهیم تشریح می‌شوند.

۵- روش بهبود محتوا

۵-۱ هستی‌شناسی مفاهیم

هستی‌شناسی را می‌توان به عنوان یک گراف مفهومی در نظر گرفت که در آن هر گره نمایان‌گر یک مفهوم است و ارتباط بین مفاهیم توسط یال‌ها مشخص می‌شود [۱۳].

هستی‌شناسی اجازه می‌دهد به صورت رسمی و صریح دانش مربوط به یک حوزهٔ آموزشی مورد نظر نمایش داده شود [۱۴].

در این مقاله هستی‌شناسی مفاهیم، به وسیله ساختار درختی توسط متخصص حوزه آموزشی مورد نظر تعریف می‌شود. هستی‌شناسی مفاهیم یک دوتایی به صورت TopicOnto = (CSF, R) است که در آن؛ CSF مجموعه زوج‌های (concept,sf) برای توصیف گره‌ها در هستی شناسی مفاهیم است که در آن concept یک مفهوم خاص و sf فاکتور پشتیبانی است. فاکتور پشتیبانی از پیش تعیین شده توسط متخصص است و می‌تواند برای انتشار تاثیر یک گره بر گره والد خود مورد استفاده قرار گیرد.

R نمایان‌گر روابط دودویی روی مجموعه مفاهیم است. اگر ارتباط دو مفهوم یکی از روابط «هست– یک» یا «هست - شاخه‌ای از» باشد آن‌گاه بین دو مفهوم یک یال کشیده می‌شود.

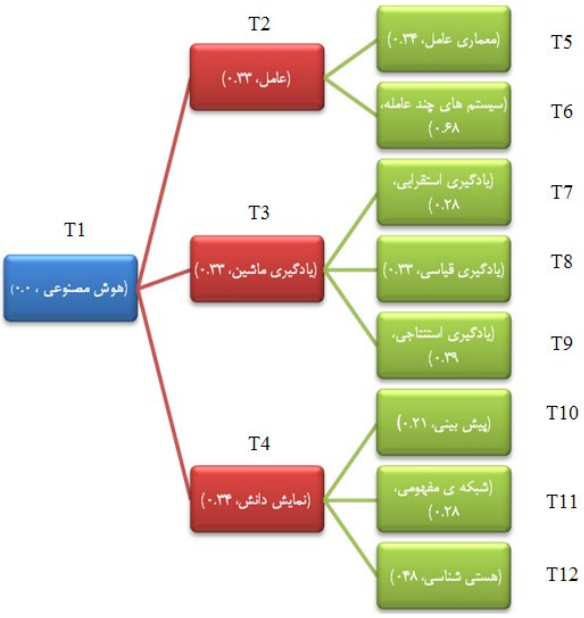
ما CS را مجموعه مفاهیم در هستی‌شناسی مفاهیم تعریف کردیم و فرض می‌کنیم سه قانون زیر باید در هستی شناسی مفاهیم رعایت شود:

- $\forall x \in CS$, and x is not the root, then x has one and only one parent.
- Identical: $\forall x,y \in CS$, x is identical with y, iff x is-a y and y is-a x.
- Transition: $\forall x,y \in CS$, $\forall R_1 \in R$, R_1 is transitive, iff $x R_1 y$ and $y R_1 z$, then $x R_1 z$.

به عبارت دیگر:

- به ازای هر x که متعلق است به CS، اگر x ریشه باشد آن‌گاه x تنها و فقط تنها یک والد دارد.
- یکسانی، به ازای هر x و هر y که متعلق است به CS ، x وy یکسان هستند اگر x "هست - یک" y و y "هست - یک" x.
- انتقالی، به ازای هر x و هر y که متعلق است به CS، و هر R1 که متعلق است به CS، R1 یک رابطهٔ انتقالی است اگر x و y با هم رابطهٔ R1 را داشته باشند وس y و z با هم رابطهٔ R1 را داشته باشند، آنگاه x و z هم با یکدیگر رابطهٔ R1 را خواهند داشت.

مثالی برای هستی‌شناسی مفاهیم در شکل (۳) نشان داده شده است. ۱۲ عنوان که هر یک نمایان‌گر یک مفهوم است در هستی‌شناسی مفاهیم وجود دارند. چهار گره غیر برگ (T1 تا T4) و ۸ گره برگ (T5 تا T12). هر عنوان تشکیل شده از زوج مفهوم و فاکتور پشتیبانی است. فاکتور پشتیبانی که نمایان‌گر میزان تأثیر یک گره بر گره والد خود است، برای اصلاح مفاهیم مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۳ مثالی برای هستی‌شناسی مفاهیم در زمینه آموزش هوش مصنوعی

۲-۵ روش بهبود محتوا

هر عنوان در برگ درخت هستی‌شناسی، شامل مجموعه‌ای از اسناد (محتوا) است. δ فاکتور تغییر محتوای یک عنوان خاص است که توسط متخصص دامنه آموزشی از پیش تعیین می‌شود. اگر مقدار پارامتر تغییر محتوای عنوان، از مقدار فاکتور تغییر محتوای یک عنوان بیشتر شود، محتوای عنوان مورد نظر باید اصلاح شود. پارامتر تغییر محتوای عنوان از روابط زیر محاسبه می‌گردد:

اگر T_k یک گرهٔ برگ در درخت هستی‌شناسی مفاهیم باشد :

(۱)

$$TA(T_k)=\frac{\sum_{i=1}^{n_{d(Ti)}}\frac{\sum_{j=1}^{n_{u(d_i)}}\left(NQ_{j(d_i)}\times\alpha_{(d_i)}+NA_{j(d_i)}\times\beta_{(d_i)}\right)}{n_{u(d_i)}}}{n_{d(Ti)}}$$

اگر T_k یک گره غیر برگ در درخت هستی‌شناسی مفاهیم باشد:

$$TA(T_k)=\frac{\sum_{t_j\in\{Son(T_k)\}}(Sf_{t_j}\times TA(T_{t_j}))}{\left|\{Son(T_k)\}\right|} \qquad (۲)$$

که در آن $NQ_{j(d_i)}$ تعداد پرسش‌های کاربر j روی سند d_i ، $\alpha_{(d_i)}$ وزن سند d_i برای پرسش‌ها است که توسط مؤلف محتوا مقدار آن مشخص می‌شود و میزان اهمیت یک سند در یک عنوان آموزشی را نشان می‌دهد، $NA_{j(d_i)}$ تعداد ابهامات کاربر j روی سند d_i، $\beta_{(d_i)}$ وزن سند d_i برای ابهامات است که توسط مؤلف محتوا مقدار آن مشخص می‌شود و میزان اهمیت یک سند در یک عنوان آموزشی را نشان می‌دهد، $n_{u(d_i)}$ تعداد کاربرانی است که روی سند d_i یادداشت‌گذاری کرده‌اند و $n_{d(Ti)}$ تعداد سندهایی است که عنوان Ti را تشکیل می‌دهند.

$TA(T_k)$ پارامتر تغییر محتوای عنوان برای عنوان T_k است. (اگر T_k یک گره برگ در درخت هستی‌شناسی مفاهیم باشد مقدار پارامتر تغییر محتوای عنوان از فرمول (۱) محاسبه می‌گردد و اگر T_k یک گره غیر برگ در درخت هستی‌شناسی مفاهیم باشد، مقدار پارامتر تغییر محتوای عنوان از فرمول (۲) محاسبه می‌گردد.)

در فرمول (۲)، Sf_{t_j} فاکتور پشتیبانی برای عنوان t_j، $TA(T_{t_j})$ مقدار پارامتر تغییر محتوا برای عنوان t_j است که t_j فرزند عنوان T_k است و $\left|\{Son(T_k)\}\right|$ تعداد فرزندان عنوان T_k در درخت هستی‌شناسی است.

بنابراین قانون اصلاح محتوا به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Edit contents of topic } T_k \; If\,(TA(T_k)\geq\delta)\Rightarrow$$

به بیان دیگر:

«اگر مقدار پارامتر تغییر محتوای عنوان بیشتر از فاکتور تغییر محتوا باشد آن‌گاه محتوای عنوان مورد نظر را تغییر بده».

۶- تولید محتوا

در این بخش چگونگی تولید محتوا با استفاده از یادداشت‌های یادگیرندگان را شرح خواهیم داد. یادگیرنده می‌تواند یادداشت‌های دیگر یادگیرندگان را امتیاز دهی کند. در این حالت هر یادگیرنده‌ای خلاصه برداری‌های یادگیرندگان روی یک مفهوم آموزشی خاص را مطالعه کرده و به آن‌ها امتیاز می‌دهد.

میانگین امتیازات کاربران روی هر یادداشت برای یک مفهوم خاص می‌تواند به راحتی محاسبه گردد. هنگامی که یک یادگیرنده محتوای آموزشی بخصوصی را مشاهده می‌نماید، علاوه‌بر محتوای اصلی یادداشت‌های مرتبط با آن محتوا که بیشترین امتیاز را کسب نموده‌اند نیز نمایش داده می‌شوند. فرمول‌های (۳) و (۴) برای محاسبه امتیازها و انتخاب یادداشت‌های مناسب پیشنهاد می‌گردد.

$$Avga(U_{i,T_k}) = \frac{\sum_{j=1}^{n_{u_{i,T_k}}} Rate(u_j) \times \chi_{u_j}}{n_{u_{i,T_k}}} \qquad (۳)$$

$$Select\ Max\left\{x \middle| x = Avga(U_{i,T_k}), i \in \{1,...na_{T_k}\}\right\} \qquad (۴)$$

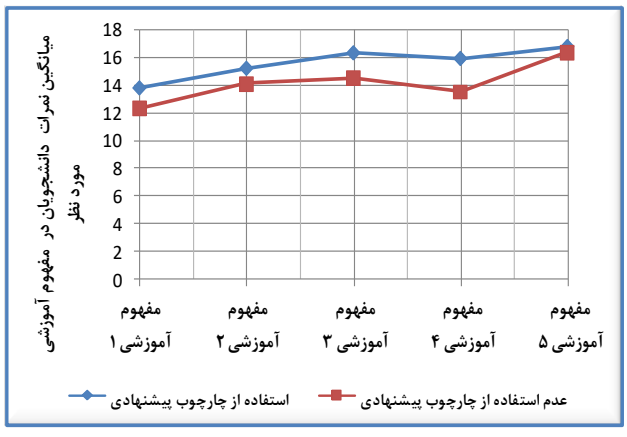
که در آن $Avga(U_{i,T_k})$ میانگین امتیازات یادداشت‌های کاربر i روی محتوای T_k ، $Rate(u_j)$ امتیاز کاربر u_j روی یادداشت و χ_{u_j} فاکتور اهمیت امتیاز یادگیرنده است. χ_{u_j} برای کاربران مختلف متفاوت است و در ارتباط با امتیازدهی یادگیرندگان است. به عنوان مثال هر چه امتیازهایی که یادگیرندگان داده‌اند به میانگین امتیازات برای هریادداشت نزدیکتر باشد، اهمیت امتیاز یادگیرندگان بیشتر است و در نتیجه باید فاکتور اهمیت امتیاز چنین کاربری زیاد باشد. اگر یادگیرنده‌ای امتیازهایی را بدهد که از میانگین امتیازات برای یادداشت‌های یک مفهوم خاص فاصله زیادی داشته باشد، فاکتور اهمیت امتیاز چنین یادگیرنده‌ای قاعدتاً باید کم باشد و امتیازدهی آن اهمیت کمتری در محاسبات خواهد داشت.

همچنین $n_{u_{i,T_k}}$ تعداد یادگیرندگانی است که یادداشت کاربر i را که بر روی محتوای T_k نصب شده است امتیاز داده‌اند و na_{T_k} تعداد کل یادداشت‌ها نصب شده بر روی محتوای T_k است.

۷- ارزیابی چارچوب پیشنهادی

برای ارزیابی چارچوب پیشنهای، از ۵۰ دانشجوی در سطح کارشناسی استفاده نمودیم. محتوای آموزشی در ارتباط با زبان برنامه‌نویسی پاسکال انتخاب شد و برای ارزیابی چارچوب پیشنهادی دانشجویان را به دو گروه تقسیم‌بندی کردیم. برای گروه اول از چارچوب پیشنهادی جهت تولید و بهبود محتوا استفاده نمودیم در حالی‌که برای گروه دوم از این چارچوب استفاده نشد.

در گروه‌بندی دانشجویان سعی شد به نحوی عمل شود که گروه‌ها شبیه به یکدیگر باشند. برای رسیدن به این هدف از نمرات درس مفاهیم برنامه‌نویسی که پیشنیاز درس برنامه‌نویسی پاسکال است استفاده نمودیم و گروه‌بندی را به نحوی انجام دادیم که میانگین معدل افراد در هر گروه در درس مفاهیم برنامه نویسی نزدیک به ۱۴/۵ شد. سپس محتوای آموزشی یکسانی را برای هر دو گروه ارائه نمودیم، با این تفاوت که چارچوب پیشنهادی برای گروه ۱ مورد استفاده قرار گرفت و برای گروه ۲ مورد استفاده قرار نگرفت. چارچوب پیشنهای خود را به مدت ۱ ماه ارزیابی نمودیم و نتایج ارزیابی در شکل (۴) نمایش داده شده است.



شکل ۴ نتایج ارزیابی

همان‌طور که مشاهده می‌شود دانشجویان گروه ۱ (مشخص شده توسط نمودار آبی رنگ)، به طور میانگین نمرات نسبتاً بهتری در هر مفهوم آموزشی نسبت به

دانشجویان گروه ۲ (مشخص شده توسط نمودار قرمز رنگ) کسب نموده‌اند. بنابراین چارچوب ارائه شده توانسته فرایند آموزش را بهبود بخشد زیرا با استفاده از این چارچوب، دانشجویان نمرات بهتری کسب نموده‌اند. در حال حاضر ارزیابی چارچوب ارائه شده با توجه به پارامترهای مؤثر و ارتباط آنها با یکدیگر همچنان ادامه دارد و نتایج مشروح در مقالات آتی عنوان خواهد شد.

۸- نتیجه گیری

در این پژوهش چارچوبی برای تولید و بهبود محتوا در سیستم‌های فرارسانه آموزشی تطبیق‌پذیر ارائه شد. در ابتدا هستی‌شناسی مفاهیم را تعریف نمودیم که در یافتن محتوایی که لازم است تغییر یابد و یا اصلاح شود مورد استفاده قرار گرفت. سپس روش بهبود محتوا را شرح دادیم و پارامتر تغییر محتوای عنوان را محاسبه نمودیم. ملاحظه شد که اگر مقدار پارامتر تغییر عنوان بیشتر از فاکتور تغییر محتوا باشد آن‌گاه محتوای عنوان مورد نظر می‌بایست تغییر کرده و اصلاح گردد. در مرحله بعد چگونگی استفاده از یادداشت‌ها جهت تولید محتوا را شرح دادیم. میانگین امتیازات کاربران در ارتباط با هر یادداشت برای یک مفهوم خاص آموزشی می‌تواند به‌راحتی محاسبه گردد. نشان دادیم چگونه هنگامی‌که یادگیرنده محتوای آموزشی خاصی را مشاهده می‌نماید، یادداشت‌های نصب شده بر روی آن محتوا که بیشترین امتیاز را کسب نموده‌اند به همراه خود محتوا برای یادگیرنده نمایش داده می‌شود. سرانجام چارچوب پیشنهادی خود را مورد ارزیابی عملیاتی قرار دادیم و نتایج مثبت آن نشان داده شد. برخی از دستاوردهای این پژوهش عبارتند از: تولید محتوای آموزشی مناسب و کارآمد برای یادگیرندگان، بهبود فرایند آموزش به علت بهبود مستمر محتوای آموزشی، ارائه چارچوبی مناسب و قابل استفاده در سیستم‌های یادگیری الکترونیکی به منظور بهبود و اصلاح مواد آموزشی، ارائه راهکاری ابداعی جهت تولید بازخوردهای خودکار و ضمنی جهت ایجاد کنندگان محتوای آموزشی، و تولید یادداشت‌های مناسب برای هر مفهوم آموزشی. در آینده برآنیم چارچوب ارائه شده را با اضافه نمودن راهکارهای جدید به منظور تولید بازخوردهای ضمنی برای ایجاد کنندگان محتوای آموزشی تکمیل نماییم.

مراجع

[1] Martins A. C., Faria L., Vaz de Carvalho C. and Carrapatoso E., *User Modeling in Adaptive Hypermedia Educational Systems*, Educational Technology & Society, Vol. 11, No.1, **2008**, pp. 194-207.

[2] Sonwalkar N., *Adaptive individualization: the next generation of online education*, **2008**, pp.44-47.

[3] Brusilovsky P., Henze N., *Open corpus adaptive educational hypermedia*, In: Brusilovsky P., Kobsa A., Neidl W., (eds.): The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization, Lecture Notes in omputer Science, Vol. 4321. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, **2007**.

[4] Brusilovsky P., *Adaptive navigation support*, In: Brusilovsky P., Kobsa A., Neidl W. (eds.): The daptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4321. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, **2007**.

[5] Brusilovsky P. and Millán E., *User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems*, The AdaptiveWeb, LNCS 4321, **2007**, pp. 3 - 53.

[6] Brusilovsky P., *Adaptive navigation support*, In: Brusilovsky P., Kobsa A., Neidl W. (eds.): The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4321. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, **2007**.

[7] Brusilovsky P.,*Developing Adaptive Educational Hypermedia Systems: From Design Models to Authoring Tools*, In: Murray T., Blessing S., Ainsworth S. (eds.): Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments: Toward cost-effective adaptive, interactive, and intelligent educational software. Dordrecht, Kluwer, **2003**, pp. 377-409.

[8] De Bra P., Ruiter J.P., *AHA! Adaptive hypermedia for all*, In: Fowler W., Hasebrook J. (eds.) Proc. of WebNet'2001, World Conference of the WWW and Internet. AACE, **2001**, pp. 262-268.

[9] Cotton K., *Monitoring student learning in the classroom*, Northwest Regional Educational Laboratory, U.S. Department of Education, School Improvement Research Series (SIRS), **1988**.

[10] Brusilovsky P., Schwarz E., Weber G., ELM-ART: *An intelligent tutoring system on World Wide Web*, In: Frasson C., Gauthier G., Lesgold A. (eds.) Proc. of Third International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS-96. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1086. Springer Verlag, **1996**,pp.261-269.

[11] Cheung B., Hui L., Zhang J. and Yiu S.M., SmartTutor: *An intelligent tutoring system in web-based adult education*, The Journal of Systems and Software, Vol. 68, No. 1, **2003**, pp. 11-25.

[12] Holohan E., McMullen D., Melia M. and Pahl C., *Adaptive E-Learning Content Generation based on Semantic Web Technology*, In Proc. of the Workshop on Application of Semantic Web Technologies in E -Learning of the 12th International Conference on Artificial Intelligence Amsterdam, Netherlands, July, **2005**.

[13] Dias A., Bidarra J., *Designing e-Content: a Challenge for Open Educational Resources*, Comunicação publicada nas actas da conferência EADTU 2007, Lisboa, **2007**.

[14] Liang Y. Z., Zhongying Zeng Q.,(2007), *Mining User's Interest from Reading Behaviorin E-learning System*, Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing, Eighth ACIS International Conference on Publication, Vol. 2, **2007**, pp. 417-422.

[15] Daconta M.C., Obrst L.J. and Smith K.T., *The Semantic Web – a Guide to the Future of XML, Web Services, and Knowledge Management*, Wiley Publishing Inc., Indianapolis, Indiana. **2003**.

[16] D'Angelo G., *Dalla Didattica Alla E-Didactics - Paradigmi, Modelli e Tecnologie per l'e-Learning*, Editore: Napoli L., **2007**.

[17] Dicheva D., Aroyo L., Cristea A., *Collaborative Courseware Authoring Support*, WEBCATE 2002 – Computers and Advanced Technology in Education, Cancun, Mexico, May, **2002**, pp.52-57.

[18] Aroyo L., Dicheva D., *Learning and Teaching Support for WWW-based Education*", *IJCEELL, 11*(1/2), **2001**,pp. 152-164.

[19] Aroyo L., Dicheva D., Velev I. , *A Concept-Based Approach to Support Learning in a Web-based Course Environment,* J. Moore, C.L. Redfield, W.

[20] Brusilovsky P., *Adaptive Educational Hypermedia*, Proceedings of PEG conference, Finland, **2001**,pp.8-12.

[21] De Bra P. and Calvi L., *AHA! An open Adaptive Hypermedia Architecture*, The New Review of Hypermedia and Multimedia, Vol. 4, **1998**, pp. 115-139.

[22] Kay J. and Kummerfeld B., *Adaptive Hypertext for Individualised Instruction*, Workshop on daptive Hypertext and Hypermedia, *UM'94*, Cape Cod, **1994**.

[23] Passier H., Jeuring J, *Ontology based feedback generation in design oriented e-learning systems*, IADIS e-Society, **2004**.

[24] Mory E., *Feedback research revisited, in Handbook of research for educational communications and technology*, D.H.Jonassen (Ed.), MacMillian Library Reference, New York, USA.Warmerdam J, Kleppe A, Praktisch UML, Addison Wesley, Amsterdam, The Netherlands. **2003**.