Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 23:50 IRST on Wednesday February 8th 2017

دوماهنامه سلامت کار ایران دوره ۱۰، شماره ۴، مهر و آبان ۱۳۹۲

توسعه یک پایگاه دانش برای تجزیه و تحلیل حوادث فرایندی

امید کلات پور[۱]، ایرج محمدفام[۲]، حسن ختن لو[۳]، رستم گلمحمدی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۴/۲۷ تاریخ ویرایش: ۹۱/۰۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۲/۲۸

چکیده

زمینه و هدف: یکی از روش‌های مورد استفاده در بررسی حوادث، استفاده از داده‌های حوادث گذشته است. این داده‌ها معمولاً در پایگاه‌های داده گردآوری شده‌اند. پایگاه‌های داده موجود، دارای محدودیت‌هایی نظیر عدم توانایی درک ارتباطات بین داده‌های مستقل از هم هستند. در این مقاله سعی شده است با ایجاد یک پایگاه دانش برای حوادث فرایندی، ضمن تجمیع دانش مربوطه، منبع مناسبی برای انجام فعالیت بررسی حوادث ایجاد شود. در این فرایند پایگاه داده‌ها به پایگاه دانش تبدیل می‌شود.

روش بررسی: ابتدا دانش در دسترس در خصوص حوادث فرایندی از طریق تحلیل آنها گردآوری شد. سپس داده‌ها وارد نرم افزار Protégé گردید. برای ایجاد پایگاه دانش از رویکرد هستی‌شناسی استفاده شد.

یافته‌ها: پایگاه دانش ایجاد شده امکان شناسایی و تعیین عوامل مرتبط با حوادث فرایندی و استخراج آن داده‌ها در بررسی حوادث را ممکن می‌سازد. همچنین این پایگاه جستجوی معنایی بین کلاس‌ها یا مفاهیم اصلی مرتبط با حوادث فرایندی را عملی می‌کند.

نتیجه‌گیری: استفاده از پایگاه‌های دانش باعث افزایش سرعت تحلیل حوادث و شناسایی علل ریشه ای آنها شده و امکان طراحی و پیاده سازی اقدامات مداخله‌ای را فراهم می سازد.

کلیدواژه‌ها: هستی‌شناسی، پایگاه داده، جستجوی معنایی، بازنمایش دانش.

مقدمه

در بسیاری از کشورها، انجام تحقیق در خصوص حوادث صنعتی، پس از رخداد آنها، یک الزام قانونی محسوب می‌شود. در این بررسی‌ها، اطلاعات مربوط به سناریوهای حوادث، علل ریشه‌ای، علل سهیم، پیامدهای واقعی و بالقوه حوادث و... منتشر می‌شوند [۱]. هدف اصلی بررسی حوادث، یافتن علل ریشه ای حادثه، درک واقعی از چیزی که روی داده و پیشگیری از بروز مجدد حوادث مشابه است [۲]. اهمیت چنین بررسی‌هایی برای حوادث فرایندی که دارای پتانسیل آسیب رسانی بیشتری هستند برجسته تر است. معمولا برای انجام یک بررسی مناسب حادثه، داشتن دانش قبلی درباره آن حادثه خاص و منابع اطلاعات ذخیره شده قبلی ضروری است، یکی از مهم‌ترین منابع مورد استفاده در تحلیل حوادث پایگاه داده‌ها است.

امروزه سازمان‌ها از پایگاه‌های داده برای استخراج اطلاعات از قبل ذخیره شده در یک حوزه خاص استفاده می‌کنند [۳]. بررسی حوادث هم از این ا مر مستثنی نبوده و پایگاه‌های داده فراوانی درخصوص حوادث (به ویژه حوادث فرایندی) وجود دارد که برای نمونه می‌توان به مواردی نظیر پایگاه داده حوادث فرایندی دانشگاه Pondicherry با عنوان Pondicherry University Process Accident Database (PUPAD)) [۴]، پایگاه داده حوادث فرایندی Centre for Chemical Process Safety (CCPS)) و پایگاه داده رهایش مواد هیدروکربنی [۵] اشاره کرد. این پایگاه داده‌ها اطلاعات مفیدی درباره نوع، علت، پیامدها و سایر مشخصه‌های حوادث فرایندی ارائه می‌نمایند.

افرادی که بررسی حوادث را انجام می‌دهند، همواره از اطلاعات تجارب گذشته که در پایگاه داده‌ها ذخیره شده‌اند برای تجزیه تحلیل حوادث روی داده جدید

۱- دانشجوی دکتری بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
۲- (نویسنده مسئول) دانشیار دانشگاه علوم پزشکی همدان، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، همدان، ایران. mohammadfam@umsha.ac.ir
۳- استادیار دانشگاه بوعلی سینا همدان، دانشکده مهندسی کامپیوتر، همدان، ایران.
۴- دانشیار دانشگاه علوم پزشکی همدان، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، همدان، ایران.

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 23:50 IRST on Wednesday February 8th 2017

استفاده می‌کنند. علی‌رغم قابلیت بالای ذخیره‌سازی و باز ارائه اطلاعات و نیز گسترش استفاده از پایگاه داده‌ها، استفاده از این پایگاه‌ها در بررسی حوادث دارای ایرادات و محدودیت‌هایی هستند که برای مثال می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- ناهمخوانی و عدم سازگاری بین بیشتر پایگاه داده‌ها [۶].

۲- ناتوانی در ارائه مشخصات فرموله کننده [۷]، به عبارت دیگر، پایگاه داده‌ها قادر به درک روابط بین داده‌ها و بیان فرمول بین عناصر آنها نبوده و داده‌ها را فقط بصورت فیزیکی نمایش می‌دهند.

۳- نیازهای پایگاه داده‌های متداول به تعریف داده‌های مورد نیاز استفاده کننده، غلبه بر محدودیت‌های زبان، تسهیل برقراری ارتباط و بازساختمان چارچوب سیستم

۴- کیفیت خود سیستم پایگاه داده‌ها و کیفیت دانش ارائه شده یکی دیگر از چالش‌های فرارو است [۸].

در این مقاله سعی شده است که با ایجاد یک پایگاه دانش برای حوادث فرایندی، امکان انجام جستجوی معنایی فراهم شود به نحوی که استفاده از آن بتوان ضمن تحلیل سریع حوادث به روابط معنایی بین علل آنها نیز دست یافت.

روش بررسی

یکی از رویکردهای مورد استفاده در پایگاه‌های دانش و ایجاد قابلیت جستجوی معنایی، استفاده از رویکرد هستی شناسی (آنتولوژی) است [۹]. هستی‌شناسی یک ابزار معمول برای ارائه و به اشتراک گذاری دانش در یک حوزه خاص است. به عبارت دیگر هستی‌شناسی بیان می‌کند که یک مجموعه (دومین) دانش (مثلاً حوادث فرایندی)، از چه عناصری (کلاس یا مفهوم) تشکیل شده است و روابط این کلاس ها با هم به چه صورت است (ویژگی یا صفت) [۹]. در مطالعه حاضر با استفاده رویکرد هستی‌شناسی سعی شده است که برای حوادث فرایندی یک دومین دانش ایجاد شود.

بر اساس نتایج مطالعه پینتو (Pinto) و همکارانش چرخه عمر هستی شناسی شامل مراحل زیر است [۱۰].

a) تعیین مشخصات (Specification): تعیین هدف و دامنه آنتولوژی ایجاد شده.

b) مفهوم بخشی (Conceptualization): تعیین مفاهیم اصلی و کلاس‌های اصلی تشکیل دهنده دانش مورد نظر.

c) رسمی سازی (Formalization): انتقال مفاهیم شناسایی شده به یک مدل فرمال.

d) اجرا (Implementation): اجرای آنتولوژی ایجاد شده و باز ارائه دانش گردآوری شده.

e) نگهداری (Maintenance) حفظ ساختار پایگاه دانش ایجاد شده، رفع نواقص و به روز سازی.

به منظور اجرای باز ارائه دانش (Knowledge Representation)، مفاهیم شناسایی شده به یک چارچوب اصلی آنتولوژی منتقل شد. برای ایجاد یک پایگاه دانش مبتنی بر آنتولوژی، ابزارها و زبان های متعددی وجود دارد. بدلیل اینکه کنسرسیوم شبکه گسترده جهانی (World Wide Web Consortium (W3C)) زبان OWL(Language Ontology Web) را بعنوان زبان رسمی آنتولوژی معرفی کرده است [۱۱]. در این مطالعه نیز برای ایجاد یک پایگاه دانش مبتنی بر آنتولوژی از زبان OWL استفاده شد. برنامه کامپیوتری مورد استفاده در پیاده سازی پایگاه دانش، Protégé بودکه یک برنامه هوشمند و قدرتمند است که توانایی حمایت از زبان های متعدد از جمله OWL و ایجاد تاکسونومی‌های دومین را دارا می‌باشد [۱۲]. پس از اینکه دانش گردآوری شده مفاهیم اصلی حوادث فرایندی تعریف و روابط بین مفاهیم قطعی شد مجموعه به چارچوب آنتولوژی منتقل و پایگاه دانش ایجاد شده برای استفاده‌های بعدی آماده شد.

یافته‌ها

بر اساس چرخه عمر رویکر هستی‌شناسی مهم‌ترین یافته‌های مطالعه به شرح زیر بود:

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 23:50 IRST on Wednesday February 8th 2017

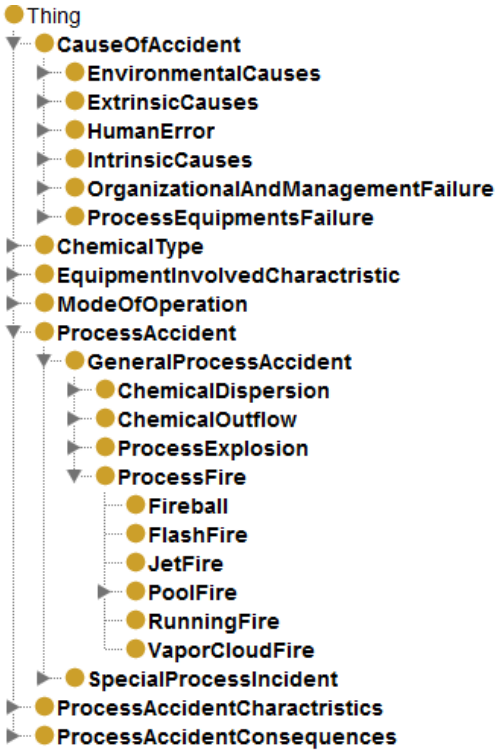
تعیین مشخصات: دامنه کار و چارچوب اصلی آنتولوژی ایجاد شده حوادث فرایندی بوده و هدف اصلی آن هم استفاده از این پایگاه دانش ایجاد شده در تجزیه و تحلیل حوادث فرایندی بود.

تعیین مفاهیم: برای تعیین کلاس‌ها و مفاهیم اصلی مرتبط با حوادث فرایندی، هفت کلاس یا مفهوم اصلی در نظر گرفته شد. شکل۱ مفاهیم اصلی را نشان می‌دهد. برای هرکدام از کلاس‌ها به همین ترتیب تعداد بیشتری زیرکلاس مشخص شد و این فرایند تا لایه‌های نهایی تکامل تاکسونومی مورد نظر ادامه یافت. این رویکرد را آنتولوژی دومین می‌نامند که شرح کلاس‌ها و روابط بین آن کلاس‌ها با یکدیگر و همچنین زیرکلاس‌های خودشان را شامل می‌شوند [۷]. برای تعریف کلاس های اصلی و عناصر ساختاری مرتبط با حوادث فرایندی، از گزارش‌های بررسی حوادث فرایند، مراجع ایمنی، بررسی متون و یا راهنماهای تخصصی مثل راهنماهای CCPS استفاده شد [۱۳].

رسمی سازی: در فاز رسمی‌سازی، ارتباطات بین مفاهیم فرموله بندی می‌شود. در فرمالیزاسیون، دو کلاس از طریق یک ویژگی (Property) به هم مرتبط می‌شوند. برای مثال:

Class	Property	Class
Gasket Failure	can Lead To	Jet Fire
Gasket Failure	has Cause	Bad Quality of Material
Bad Quality of Material	Is Due To	Less Than Adequate Supervision or …

باید اشاره شود که مثلاً خود کلاس نقص کاسکت Gasket Failure می‌تواند زیر کلاس نقص تجهیزاتی Equipments Failure بوده یا آتش فورانی (Jet Fire) زیرکلاس آش سوزی فرایندی



شکل ۱- کلاس‌های اصلی آنتولوژی حوادث فرایندی و برخی زیرمجموعه‌های آن‌ها

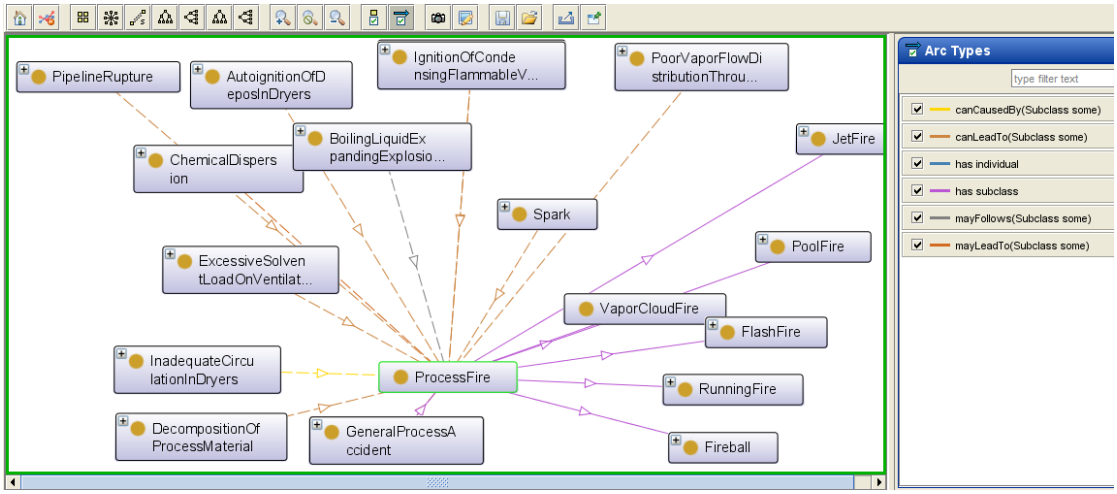
(Process Fire) باشد. برای کلاس‌های شناسایی شده و همچنین زیرکلاس‌های آنها، روابط تعریف شد و این ویژگی‌ها بوسیله اپراتورهای خاص آنتولوژی به پایگاه داده‌ها وارد شد.

اجرا: به منظور اجرای باز ارائه دانش (Knowledge Representation)، مفاهیم شناسایی شده به یک چارچوب اصلی آنتولوژی منتقل شد. برای ایجاد یک پایگاه دانش مبتنی بر آنتولوژی، ابزارها و زبان‌های متعددی وجود دارد. برای مثال [۸]:

- RDF(S)
- OWL
- KIF
- DAML+ OIL

به دلیل اینکه W3C زبان OWL را به عنوان زبان رسمی آنتولوژی معرفی کرده است [۱۱]. در این

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 23:50 IRST on Wednesday February 8th 2017



شکل۲- آتش فرایندی و برخی روابط با سایر مفاهیم

مطالعه این زبان به کار گرفته شد. برنامه کامپیوتری مورد استفاده در پیاده‌سازی پایگاه دانش، Protégé بود که یک برنامه هوشمند و قدرتمند است که توانایی حمایت از زبان‌های متعدد از جمله OWL و ایجاد تاکسونومی‌های دومین را دارا می‌باشد [۱۲]. پس از اینکه دانش گردآوری شده مفاهیم اصلی حوادث فرایندی تعریف شد و سپس روابط بین مفاهیم فرمال شد و نهایتاً این مجموعه به چارچوب آنتولوژی منتقل شد، پایگاه دانش ایجاد شده برای استفاده‌های بعدی آماده شد.

بازنمایش دانش حوادث فرایندی (Process Accident Knowledge Representation)

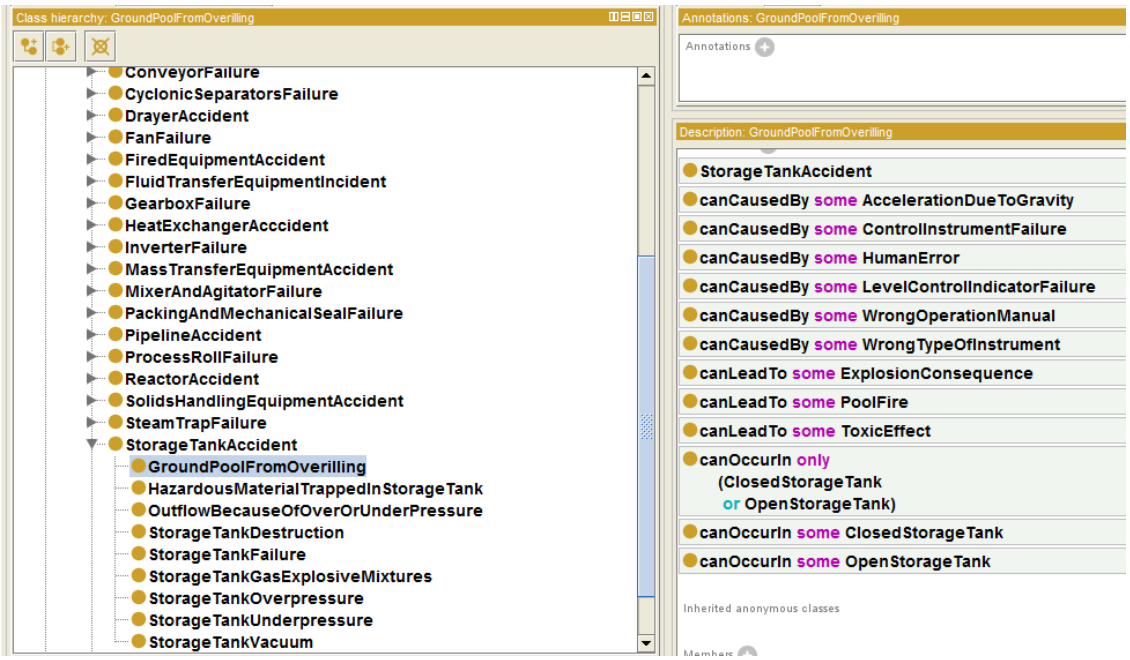
شاید بتوان گفت که اصلی‌ترین مشخصه یک پایگاه دانش، بازنمایش دانش از پیش ذخیره شده است. مفاهیم و روابط از پیش تعریف شده و وارد شده را می‌توان در صورت لزوم از پایگاه دانش بازیابی و استخراج کرد. برای مثال، شکل ۲ مفاهیم و روابط از پیش ذخیره شده در خصوص مفهوم آتش فرایندی را نشان می‌دهد [۶ و ۷].

بحث و نتیجه‌گیری

همان‌گونه که از شکل۲ هم مشخص است پایگاه دانش ایجاد شده قادر است روابط گرافیکی بین مفاهیم مختلف را نمایش دهد. این قابلیت در بررسی عوامل مرتبط با حوادث دارای اهمیت زیادی است. اساساً قابلیت نمایش گرافیکی در مدل‌های بررسی علل حوادث یک نقطه قوت محسوب می‌شود [۱۴]. برای مثال فرد یا تیم ارزیابی کننده حوادث می‌تواند با بررسی الگوی گرافیکی ارائه شده، راهنمایی در خصوص مفاهیمی که باید بررسی نماید به دست آورد. فرض شود که یک تیم بررسی حوادث در نظر دارد که حادثه جمع شدن حوضچه در اطراف یک تانک در اثر سرریز را بررسی کند. در این حالت، با بررسی پایگاه دانش موجود برخی مفاهیم مرتبط با این حادثه نظیر علل و پیامدهای احتمالی حادثه، سایر مکان‌های محتمل برای بروز حادثه مشابه و... به راحتی دست خواهد یافت (شکل ۳).

برخلاف پایگاه داده‌های معمول که فقط داده‌های ذخیره شده از پیش را در صورت درخواست کاربر ارائه می‌دهند، پایگاه‌های دانش، از جمله پایگاه معرفی شده در این مطالعه قادرند که روابط بین داده‌ها را هم تشخیص داده و نمایش دهند. برای مثال در صورت درخواست جستجو درخصوص سرریز یک مخزن، فقط داده‌ها و اطلاعات حوادث گذشته مربوط به سرریز ارائه نخواهد شد، بلکه سایر مفاهیم مرتبط و کلاس‌های

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 23:50 IRST on Wednesday February 8th 2017



شکل ۳- مفاهیم مرتبط با حادثه سرریز مخزن و روابط بین مفاهیم

دانشی مربوط به سرریز مخزن به کاربر ارائه خواهند شد. پرفسور کلتز (Kletz) اشاره می‌کند که "ما به سیستم های بازیابی اطلاعات بهتری نیاز داریم که جزییات بیشتری از حوادث را نسبت به هم اکنون در اختیار ما قرار دهد، چیزهایی فراتر از شرکت خود ما". این عبارت بر ضعف پایگاه‌های داده موجود و ضرورت ارتقاء آنها آنها تاکید می‌کند [۱۵].

با ایجاد پایگاه دانش در دسترس، امکان استفاده دائمی و به اشتراک‌گذاری دانشی که به صورت تدریجی گردآوری شده است وجود دارد. شایان ذکر است که پایگاه دانش ایجاد شده قابل به روزآوری و ویرایش است.

یکی از مشکلات همیشگی در بررسی حوادث اطلاع رسانی نتایج و یافته‌های بررسی‌ها است [۱۶]. از مختصات دیگر پایگاه‌های دانش ایجاد شده قابلیت اجرای تحت وب است. کارشناسان مختلف از نقاط مختلف قادرند با داشتن دسترسی به پایگاه، به نتایج بررسی‌ها و فاکتورهای مرتبط دسترسی داشته و حتی توضیحاتی را هم اضافه نمایند.

شاید بتوان گفت که مهم‌ترین ایراد چنین پایگاهی، اتکای نسبی به تفسیر و ادراک کاربر است. به این معنا که مفهومی مثل "خطای تجهیزات ابزار دقیقی" در بررسی عوامل مرتبط با سرریز مخزن تا حدی وابسته به ادراک و تجربه فرد کاربر سیستم است. یعنی اینکه برداشت او از این مفوم می‌تواند چیزی غیر از منظور اصلی طراحان پایگاه دانش باشد. برای پیشگیری از بروز چنین تضادهایی برای هر کدام از مفاهیم شرح مرتبطی برای بیان مفهوم و حتی شرح معنای روابط ارائه شده است که توصیه می‌شود در کارهای مشابه آتی مورد توجه بیشتری قرار گیرند.

تحلیل جامع و به موقع حوادث یکی از ارکان مهم طراحی و پیاده سازی اقدامات اصلاحی و کنترلی می باشد. با توجه به تکرر و تنوع حوادث در صنایع فرایندی، استفاده از تکنیک های معمول آنالیز حوادث کافی نبوده و لازم است که از روش‌های جدیدتری نیز استفاده شود. استفاده از پایگاه‌های دانش در تحلیل حوادث می‌تواند ضمن کمک به جمع آوری داده‌های لازم و اشتراک‌گذاری آنها با دیگر ذی‌نفعان، به تحلیل کامل‌تر و سریع‌تر حوادث کمک کند.

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 23:50 IRST on Wednesday February 8th 2017

منابع

1. Azadeh A., Nouri J., & Fam I. M. The impacts of total system design factors on human performance in power plants. American Journal of Applied Sciences. 2005; 2(9): 1301.
2. Azadeh A., Fam I. M., & Garakani MM. A total ergonomic design approach to enhance the productivity in a complicated control system. Information Technology Journal. 2007; 6(7): 1036-1042.
3. Suzuki M, Batres R, Fuchino T, Shimada Y, Chung WP. A knowledge-based approach for accident information retrieval. 16th European Symposium on Computer Aided Process Engineering: Elsevier B.V.; 2006. p. 1057-62.
4. Tauseef SM, Abbasi T, Abbasi SA. Pondicherry University Process Accident Database (PUPAD). Pudicherry [cited 2012 2012 4/6].
5. HSE. The Hydrocarbon Releases Database System. HSE; 1992 [Cited 2012 13/4]; Available from: https://www.hse.gov.uk/hcr3/index.asp.
6. Kaza S, Chen H. Evaluating ontology mapping techniques: An experiment in public safety information sharing. Decision Support Systems. 2008;45:714–28.
7. Garrido J, Requena I. Towards summarizing knowledge: Brief ontologies. Expert Systems with Applications. 22-39: 3213; 2012.
8. Joo J, Lee MS. Adoption of the Semantic Web for overcoming technical limitations of knowledge management systems. Expert Systems with Applications. 2009;36:7318–27.
9. Bright TJ, Furuya EY, Kuperman GJ, Cimino JJ, Bakken S. Development and evaluation of an ontology for guiding appropriate antibiotic prescribing. Journal of Biomedical Informatics. 2012;45:120–8.
10. Pinto HS, Martins JP. Ontologies: How can They be Built? Knowledge and Information Systems. 2004; 6:441–64.
11. Cao D, Li Z ,Ramani K. Ontology-based customer preference modeling for concept generation. Advanced Engineering Informatics. 2011; 25:162–76.
12. Ebrahimipour V, Rezaie K, Shokravi S. An ontology approach to support FMEA studies. Expert Systems with Applications. 2010; 37: 671-7.
13. Guideline for Fire Protection in Chemical, Petrochemical, and Hydrocarbon Processing Facilities. New York: American Institute of Chemical Engineers CCPS; 2003.
14. Sklet S. Comparison of some selected methods for accident investigation. Journal of Hazardous Materials. 2004;11:29–37.
15. Kletz TA. Searchlights from the past. Journal of Hazardous Materials. 2008;159:130–4.
16. Lindberg AK, Hansson SO, Rollenhagen C. Learning from accidents – What more do we need to know? Safety Science. 2010; 48: 714-21.

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 23:50 IRST on Wednesday February 8th 2017

Developing a knowledge base for process accident investigation

O. Kalatpour[1], I. Mohammadfam[2], H. Khotanlou[3], R. Golmohammadi[4]

Received: 2012/07/17 Revised: 2012/12/15 Accepted: 2013/05/18

Abstract

Background and aims: One of the most applicable methods in the accident investigation process is utilizing the previously occurred accidents. Usually these data are collected in the databases. The customary databases have some limitations like inability to understand the relations among data. In the current study, it has been considered to provide a sound resource for accident investigation, besides the collecting the domain knowledge.

Methods: Through analyzing the occurred accidents, their associated knowledge was obtained. After that the gathered data were transferred into the protégé framework software. The ontology approach was employed to create the interested knowledge base.

Results: The proposed knowledge base makes it possible to explore and determine the related factors to the process accidents. Also this knowledge base facilitates the semantic search among the main concepts related to the occurred accident.

Conclusion: Utilizing knowledge bases could facilitate and enhance the analyzing process and identifying the related root causes. Also this application would provide a possibility for redesign and implementing the interventions.

Keywords: Ontology, Data Base, Semantic search, Knowledge Representation.

1. Department of occupational health, Hamadan University of medical science, Hamadan, Iran.
2. **(Corresponding author)** Department of Occupational Hygiene, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. mohammadfam@umsha.ac.ir
3. Department of Computer Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.
4. Department of Occupational Hygiene, School of Public Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.