دانشکده مهندسی

گروه مهندسی کامپیوتر

بررسی میزان اعتماد و اعتبار سیستم‌های چندپیشکاره در وب‌معنایی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

نگارنده

نیکو ذوالفقارکرهرودی

استاد راهنما

خانم دکتر بیتا شادگار

استاد مشاور

آقای دکتر علیرضا عصاره

اسفند ۱۳۸۹

باسمه‌تعالی

دانشگاه شهید چمران اهواز

مدیریت تحصیلات تکمیلی

(نتیجه ارزشیابی پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد/دکتری)

بدین‌وسیله گواهی می‌شود پایان‌نامه آقای/خانم **نیکو ذوالفقارکرهرودی** دانشجوی رشته **کامپیوتر-هوش‌مصنوعی** از دانشکده **مهندسی** به شماره دانشجویی **۸۷۱۴۲۰۶** تحت عنوان: **بررسی میزان اعتماد و اعتبار سیستم‌های چندپیشکاره در وب‌معنایی**

جهت اخذ درجه **کارشناسی ارشد** در تاریخ **۱۳۸۹/۱۲/۲۱** توسط هیأت داوران مورد ارزشیابی قرار گرفت و با درجه تصویب شد.

۱- اعضا هیأت داوران: مرتبه علمی امضا

الف - استاد راهنما: **دکتر بیتا شادگار** **استادیار**

ب - استاد مشاور: **دکتر علیرضا عصاره** **دانشیار**

ج – داور ۱: **دکتر عبداله چاله‌چاله** **استادیار**

د – داور ۲: **دکتر کریم انصاری اصل** **استادیار**

هـ – نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه (استاد ناظر):

۲- مدیر گروه: **دکتر بیتا شادگار**

۳- معاون پژوهشی دانشکده:

۴- مدیر کل تحصیلات تکمیلی:

بسم الله الرحمن الرحيم

قدردانی

باقدردانی از اساتیدم سرکار خانم دکتر شادگار و جناب آقای دکتر عصاره

برای راهنمایی‌ها و یاری‌شان در تمام مراحل انجام تحقیق و همه‌ی دوران تحصیلم

تقدیم به پدر بزرگوارم که همیشه راهنمایی هایش، روشنی بخش راهم بوده

تقدیم به مادر خوبم، برای مهربانی های بی پایانش

تقدیم به همسفر همیشگی زندگیم، خالق

چکیده

نام و نام‌خانوادگی : نیکو ذوالفقارکرهرودی

عنوان پایان‌نامه : بررسی میزان اعتماد و اعتبار سیستم‌های چندپیشکاره در وب‌معنایی

استاد راهنما : دکتر بیتا شادگار **استاد مشاور** : دکتر علیرضا عصاره

درجه تحصیلی : کارشناسی ارشد **رشته** : مهندسی کامپیوتر **گرایش** : هوش مصنوعی

محل تحصیل : دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ فارغ‌التحصیلی : زمستان ۱۳۸۹ **تعداد صفحه** : ۹۸

کلید واژه : ارتباط پیشکارها، اعتماد، اعتبار، شبکه‌های عصبی، وب‌معنایی، آنتولوژی

چکیده : باتوجه به ذات پویای سیستم‌های چندپیشکاره وب‌معنایی و وجود پیشکارهای مختلف در آن، شناسایی پیشکارهای قابل اعتماد یکی از چالش‌های ایجاد ارتباط بین پیشکارها در وب‌معنایی است. ارزیابی اعتماد در این سیستم‌ها براساس رفتار گذشته‌ی پیشکارها انجام می‌شود. دو منبع اصلی برای کسب اطلاعات از رفتار گذشته‌ی پیشکارها وجود دارد: ارتباط مستقیم بین پیشکارها و اطلاعات به‌دست آمده از سایر پیشکارهای اجتماع. باوجود پیشکارها با سلیقه‌ها و نظرات مختلف، مدل اعتماد پیشنهادی باید بتواند مطابق با نیازهای پیشکارها تنظیم شود. به‌علاوه برای محاسبه‌ی اعتبار پیشکارها باید اطلاعات مربوط به رفتار آن‌ها در گذشته از جامعه‌ی پیشکارها جمع‌آوری شود. همچنین اعتماد ابعاد مختلفی دارد و ممکن است میزان اعتماد به پیشکار مفروضی در ابعاد مختلف متفاوت باشد. این رساله برای حل هر یک از این چالش‌ها راه‌حلی پیشنهاد می‌دهد. مدل پیشنهادی این رساله از روش توزیع شده‌ای مبتنی‌بر شبکه‌های اجتماعی برای جمع‌آوری اطلاعات از محیط استفاده می‌کند و با بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی مصنوعی میزان اعتبار را براساس مشاهدات جمع‌آوری شده ارزیابی می‌کند. شبکه‌های عصبی در طول زمان مطابق دیدگاه پیشکار آموزش می‌بینند، بدین‌ترتیب میزان اهمیت توصیه‌های جمع‌آوری شده باتوجه به دیدگاه پیشکار ارزیابی‌کننده‌ی اعتماد تنظیم شود. همچنین مدل پیشنهادی در این رساله برای نمایش میزان اعتماد از آنتولوژی‌ها بهره می‌گیرد، بدین وسیله میزان اعتماد در ابعاد مختلف محاسبه می‌شود. این رساله برای بررسی کارایی مدل پیشنهادی، بستری با استفاده از میان‌افزار *Jade* پیاده‌سازی می‌کند و کارایی مدل به‌طور عملی در آن آزمایش می‌شود.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مفهوم اعتماد ۱
۱-۲ مقدمه‌ای بر وب‌معنایی ۴
۱-۲-۱ متادیتاها ۴
۱-۲-۲ آنتولوژی ۵
۱-۲-۳ منطق ۶
۱-۲-۴ پیشکارها ۷
۱-۲-۵ ساختار لایه‌ای وب‌معنایی و جایگاه اعتماد ۸
۱-۳ پیشکاران وب‌معنایی ۱۰
۱-۴ برقراری ارتباط بین پیشکارها و تشکیل سیستم‌های چندپیشکاره ۱۳
۱-۵ یک نمونه سناریوی اعتماد ۱۶
۱-۶ اهداف تحقیق ۲۰
۱-۷ ساختار رساله ۲۲

فصل دوم: پیشینه‌ی تحقیق

۲-۱ مقدمه ۲۴

۲-۲ تعاریف و اصطلاحات ۲۵
۲-۳ اعتماد مستقیم ۲۹
۲-۴ اعتبار ۳۴
۲-۴-۱ جمع‌آوری مشاهدات ۳۶
۲-۴-۲ استنتاج از مشاهدات ۴۰
۲-۵ سایر مسائل تأثیرگذار در کارایی مدل اعتماد ۴۱
۲-۵-۱ برقراری ارتباط با سایر پیشکارها در بدو ورود پیشکار به سیستم ۴۱
۲-۵-۲ پویایی سیستم‌های چندپیشکاره‌ی وب‌معنایی ۴۱
۲-۵-۳ ارائه گزارش‌های غیرواقعی و یا نادرست توسط شاهدان ۴۲
۲-۶ خلاصه ۴۲

فصل سوم: مدل محاسبه‌ی اعتماد و اعتبارسنجی

۳-۱ استفاده از منابع اطلاعاتی برای ارزیابی اعتماد ۴۴
۳-۱-۱ محتوای انجام تراکنش و ارزیابی اعتماد ۴۶
۳-۱-۲ نمایش درجه‌بندی با استفاده از آنتولوژی ۴۷
۳-۲ محاسبه‌ی اعتماد مستقیم ۴۸
۳-۳ سنجش اعتبار پیشکار ۴۹
۳-۳-۱ جمع‌آوری اطلاعات از سایر پیشکارها ۵۰
۳-۳-۲ استفاده از شبکه‌های عصبی برای استنتاج اعتبار ۵۴
۳-۳-۳ مزایای استفاده از شبکه‌عصبی در اعتبارسنجی ۶۰
۳-۳-۴ بهینه‌سازی پیکربندی شبکه‌ی عصبی در طول زمان ۶۱
۳-۴ تولید اعتماد ترکیبی ۶۲

۳-۵ به‌روز رسانی لیست دوستان با روش‌های انتخاب ویژگی ۶۳
۳-۶ خلاصه ۶۴

فصل چهارم: تحلیل مدل پیشنهادی

۴-۱ مقدمه ۶۷
۴-۲ روش ارزیابی ۶۸
۴-۳ بستر ارزیابی ۶۹
۴-۴ مقدمات اجرای آزمایش‌ها ۷۲
۴-۵ خلاصه ۷۴

فصل پنجم: ارزیابی عملی سیستم و بررسی نتایج

۵-۱ مقدمه ۷۵
۵-۲ کارایی مدل پیشنهادی در حالت کلی ۷۵
۵-۳ تأثیر هریک از منابع اطلاعاتی در کارایی مدل ۷۸
۵-۳-۱ اعتماد مستقیم ۷۸
۵-۳-۲ تأثیر اعتبار بر ارزیابی اعتماد ۷۹
۵-۴ تأثیر پیکربندی بهینه شبکه‌عصبی در کارایی مدل ۸۲
۵-۵ مقایسه مدل پیشنهادی با سایر مدل‌های اعتماد ۸۳
۵-۶ خلاصه ۸۶

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۶-۱ نتیجه‌گیری ۸۷
۶-۲ پیشنهادها ۸۹

مراجع ۹۰

واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی ۹۳

واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی ۹۶

فهرست شکل‌ها و نمودارها

شکل ۱-۱ : معماری لایه‌ای وب‌معنایی [۷] ۹

شکل ۳-۱: بخشی از آنتولوژی اعتماد برای ارزیابی عملکرد شرکت هواپیمایی ۴۸

شکل ۳-۲: فرآیند جمع‌آوری اطلاعات از شبکه‌های اجتماعی ۵۱

شکل ۳-۳: توصیه نظرات دوستان به پیشکار ارزیاب ۵۴

شکل ۳-۴: نمونه‌ای از ساختار شبکه‌عصبی با یک لایه مخفی ۵۶

شکل ۳-۵: ساختار شبکه‌ی عصبی دو لایه با تابع فعال‌سازی ۵۶

شکل ۳-۶: نمودار تابع فعال‌سازی *Sigmoid* ۵۷

شکل ۳-۷: ساختار درونی یک پیشکار ارزیاب ۵۹

شکل ۵-۱: کارایی مدل اعتماد پیشنهادی در حالت کلی ۷۶

شکل ۵-۲: مقایسه کارایی مدل اعتماد پیشنهادی با مدل اعتماد پایه ۷۷

شکل ۵-۳: تأثیر اعتماد مستقیم بر محاسبه‌ی اعتماد ۷۹

شکل ۵-۴: تأثیر اعتبار بر محاسبه‌ی اعتماد ۸۰

شکل ۵-۵: نسبت ترکیب اعتماد مستقیم و اعتبار در محاسبه‌ی اعتماد ترکیبی ۸۱

شکل ۵-۶ تأثیر الگوریتم‌های بهینه‌سازی پیکربندی شبکه عصبی بر کارایی مدل پیشنهادی ۸۲

شکل ۵-۷: مقایسه کارایی مدل پیشنهادی و مدل مرجع انتخابی برای پیشکارهای سخت‌گیر ۸۴

شکل ۵-۸: مقایسه کارایی مدل پیشنهادی و مدل مرجع انتخابی برای پیشکارهای عادی ۸۴

شکل ۵-۹: مقایسه کارایی مدل پیشنهادی و مدل مرجع انتخابی برای پیشکارهای سهل‌گیر ۸۵

شکل ۵-۱۰: تأثیر حدآستانه‌ی رضایت بر کارایی مدل اعتماد ارائه شده ۸۶

فهرست جدول‌ها

جدول ۴-۱: سطوح مختلف درجه اهمیت هریک از ابعاد..... ۷۱

جدول ۴-۲: تنظیم متغیرهای محیطی برای اجرای آزمایش‌ها ۷۳

جدول ۴-۳: تنظیم پارامترهای پیش‌فرض مدل اعتماد..... ۷۳

۱ مقدمه

۱-۱ مفهوم اعتماد

مفهوم اعتماد[1] به‌طور گسترده در جوامع انسانی استفاده می‌شود. هر روز از هنگامی که شخص از خواب برمی‌خیزد، اعتماد نقش مهمی در فعالیت‌های وی برعهده دارد. برای مثال صبح‌گاه که زنگ درب خانه به صدا درمی‌آید، با اعتماد به پستچی ناشناس در را به روی وی باز می‌کند و او اعتماد دارد که راننده‌ی اتوبوس مدرسه، فرزندش را به سلامت به مدرسه خواهد رساند. یک شخص نه تنها به افراد بلکه به اشیا، سیستم‌ها و سازمان‌ها نیز اعتماد می‌کند. برای مثال فرد اعتماد دارد که هنگام باز کردن شیر، آبی با استانداردهای آب نوشیدنی جاری خواهد شد. بدون وجود اعتماد، زندگی غیرقابل تحمل خواهد بود. اعتماد برای شرکت‌ها یا سازمان‌ها نیز موضوع مهمی محسوب می‌شود. برای مثال شرکت‌ها برای انجام معاملات تجاری خود به سیستم‌های قانونی اعتماد می‌کنند. همچنین اعتماد دارند که کارمندان و شرکای‌شان آن‌ها را به رقیب نمی‌فروشند و اطلاعات سری شرکت را برای دیگران فاش نمی‌کنند. منافع هر سازمان و انسانی به افراد دیگری وابسته است. این مثال‌ها نشان می‌دهند، انسان‌ها و سازمان‌ها می‌توانند با کمک اعتماد، به صحت رفتار یک‌دیگر دلگرم باشند. به بیان دیگر، وجود اعتماد برای اتخاذ هر تصمیمی که موجودیتی را به دیگری وابسته می‌کند، ضروری است.

[1] Trust

تا چندی پیش اعتماد تنها به‌عنوان مفهومی در جوامع بشری کاربرد داشت. در علم کامپیوتر کلمه‌ی «معتمد[1]» اغلب در حوزه‌ی امنیت و به معنی «امن بودن» استفاده می‌شد [۱]. اما این مفهوم دید بسیار محدودی از اعتماد در دنیای واقعی است. ظهور پیشکارها و سیستم‌های چندپیشکاره، اعتماد را به موضوع تحقیقاتی مهمی در علم کامپیوتر بدل کرده است [۲، ۳]. از ویژگی‌های اصلی پیشکارهای نرم‌افزاری می‌توان خودگردانی و انعطاف‌پذیری را نام برد. باوجود این ویژگی‌ها، رفتار پیشکارهای نرم‌افزاری، بیشتر به آن‌چه در جوامع انسانی مشهود است، شباهت دارد تا آن‌چه پیش از این در سیستم‌های کامپیوتری وجود داشت. برای مثال حوزه‌ی وسیعی از پیشکارها برای تجارت در محیط‌های الکترونیکی، مانند اینترنت، توسعه یافتند. در چنین موقعیت‌هایی، پیشکارها می‌توانند در مزایده شرکت کنند و کالا یا خدماتی را به‌صورت مزایده به فروش بگذارند و یا برای خرید کالا و یا خدمات مزایده‌های مختلف را بررسی کنند. به‌علاوه آن‌ها می‌توانند از طرف کاربران انسانی خود با یک‌دیگر مذاکره کنند (مذاکره برای توافق بر روی قیمت و یا نحوه‌ی پرداخت). با داشتن چنین اختیاراتی، پیشکارها می‌توانند شخصاً تصمیماتی را اتخاذ کنند: برای مثال تصمیم‌گیری درباره‌ی عدم پایبندی به تعهدات. در این شرایط، ریسک‌های موجود در اقتصاد سنتی بروز می‌کنند مثل: تقلب در انجام تعهدات و کیفیت پایین در ارائه‌ی خدمات و یا محصولات. علاوه‌بر آن با ظهور تکنولوژی‌های جدید مانند وب‌معنایی، این ریسک‌ها شدت بیشتری پیدا می‌کنند. بنابراین موضوع اعتماد که اهمیت آن پیش‌تر در ارتباطات انسانی ثابت شده است، باید در همکاری‌های کامپیوتر پشتیبان و با واسطه‌ی پیشکارهای کامپیوتری بازنگری شود.

معنای کلمه‌های «اعتماد»، «اعتماد کننده» و «معتمد» متناسب با محتوا متفاوت است. مفهوم اعتماد در محتوای ارتباط متقابل بین پیشکارها یعنی «باور و یا انتظار این‌که پیشکار دیگر کاری را که با آن محول شده به درستی انجام خواهد داد».

ارزیابی میزان این انتظار پیش از برقراری ارتباط، حائز اهمیت است. زیرا به پیشکار امکان می‌دهد، قابلیت اعتماد به سایر پیشکارها را ارزیابی کند و براساس آن تصمیم بگیرد که کدام‌یک از آن‌ها برای برقراری ارتباط به‌اندازه‌ی کافی قابل اعتماد است. بنابراین وجود معیاری برای سنجش

[1] Trusted

اعتماد، به پیشکارها امکان می‌دهد افراد قابل اعتماد را در اجتماع پیشکارها شناسایی کرده و در نتیجه ریسک حاصل از برقراری ارتباط با افراد غیرقابل اعتماد را کاهش می‌دهد.

از نخستین تلاش‌های مارش[1] [۴] برای مدل‌سازی محاسباتی اعتماد بین پیشکارها، تاکنون تحقیقات زیادی بر روی اعتماد در محیط‌ها و برنامه‌های کاربردی مختلف انجام شده است. در سال‌های اخیر، سیستم‌های چندپیشکاره وارد وب‌معنایی شده‌اند. سیستم‌های چندپیشکاره‌ی وب‌معنایی به دلیل داشتن ساختار توزیع شده، موجودیت‌های مستقل با قابلیت استنتاج بالا و درک معنایی از منابع اطلاعاتی و همچنین زیرساخت ارتباطی استاندارد (بخش۱-۴) نمونه‌ی پیشرفته‌ای از جوامع کامپیوتری محسوب می‌شود.

باوجود پیشرفت چشم‌گیر وب‌معنایی در سال‌های اخیر هم‌چنان مشکل برقراری اعتماد بین پیشکارهای وب‌معنایی حل نشده است. اگرچه تاکنون روش‌های مختلفی برای ارائه‌ی مدلی محاسباتی از اعتماد در وب‌معنایی پیشنهاد شده است، اما هیچ‌یک نتوانسته‌اند همه‌ی مشکلات را حل کنند و هر یک در زمینه‌ای خاص و براساس مفروضات خاصی پاسخ‌گوی مسأله‌ی برقراری اعتماد هستند (جزئیات بیش‌تر در فصل ۲ ارائه شده است).

در صورت ایجاد مدل مناسبی برای تخمین اعتماد بین پیشکارهای وب‌معنایی، در همه‌ی برنامه‌های کاربردی و محیط‌هایی که از سیستم‌های چندپیشکاره‌ی وب‌معنایی استفاده می‌کنند، تحول بزرگی روی خواهد داد. برای برقراری اعتماد در بین پیشکاره‌های وب‌معنایی، مدلی مورد نیاز است که جنبه‌های بیش‌تری از اعتماد را پوشش داده و تنها به ارائه‌ی یک مقدار عددی به‌عنوان میزان قابلیت اعتماد به هر پیشکار اکتفا نکند، همچنین بتواند از اطلاعات معنایی موجود در آنتولوژی‌ها برای تخمین میزان اعتبار کمک بگیرد. با توجه به پیشینه‌ی تحقیق، این رساله یک روش ارزیابی اعتماد در سیستم‌های چندپیشکاره را با کمک اطلاعات معنایی آنتولوژی‌ها و روش‌های پیشرفته‌ی هوش مصنوعی؛ مانند شبکه‌های عصبی ارائه می‌دهد.

در این فصل ابتدا اجزای وب‌معنایی به‌اختصار معرفی می‌شوند، و جایگاه اعتماد در ساختار لایه‌ای آن بررسی می‌شود. به‌علاوه خصوصیات پیشکارهای وب‌معنایی و نحوه‌ی برقراری ارتباط

[1] Marsh

بین پیشکارها و ایجاد سیستم‌های چندپیشکاره بحث شده و سپس نقش اعتماد در چنین سیستم‌هایی بیان می‌شود. در پایان اهداف این رساله بررسی می‌شوند.

۱-۲ مقدمه‌ای بر وب‌معنایی

ایده‌ی وب‌معنایی[1] نخستین بار توسط تیم برنرلی مطرح شد. برنرلی سعی داشت، اطلاعات موجود در وب را به‌صورت مجموعه‌ای از آگاهی‌های مرتبط نمایش دهد که بعدها با عنوان «وب‌دانش[2]» شناخته شد [۵، ۶]. وب‌معنایی در واقع یک فضای اطلاعاتی است که در آن مفاهیم براساس عبارات قابل‌فهم توسط ماشین‌ها توصیف می‌شوند. به‌این ترتیب کامپیوترها می‌توانند اطلاعات جمع‌آوری شده از وب را به‌طور دقیق‌تر پردازش کرده و در نتیجه خدمت بیش‌تری به انسان‌ها ارائه نمایند.

۱-۲-۱ متادیتاها

محتویات وب امروز به‌منظور خوانده شدن توسط بشر شکل گرفته به‌طوری که خواندن این محتویات توسط برنامه‌ها یا ماشین خیلی سخت و در برخی موارد غیرممکن است. سندهای موجود در وب امروزی با استفاده از زبان‌هایی مانند *HTML* نوشته شده‌اند. این زبان در اصل برای قالب‌بندی اطلاعات موجود در سند به‌کار می‌رود و اطلاعاتی درخصوص ساختار سند فراهم نمی‌کند. این نحوه نمایش اطلاعات برای بشر مناسب است به‌طوری‌که آن‌ها قادر به خواندن و درک اطلاعات هستند. اما ماشین‌ها هنگام درک صفحه‌های *HTML* دچار مشکل می‌شوند. ماشین‌ها تنها قادرند کلمات موجود در این سندها را شناسایی کنند و از استخراج اطلاعات عمیق‌تر بازمی‌مانند.

وب‌معنایی به‌جای حل این‌گونه مشکلات با استفاده از پیشکارهای هوشمند، از روش مناسب‌تری برای نمایش اطلاعات استفاده می‌کند. وب‌معنایی زبان *XML* را برای این منظور پیشنهاد می‌کند. سندهای ایجاد شده با استفاده از *XML* شامل اطلاعاتی در زمینه‌ی محتویات و ساختار سند هستند. پردازش اطلاعاتی که به این روش نمایش داده می‌شوند برای ماشین‌ها

[1] Semantic web
[2] Knowledge Web

به‌مراتب ساده‌تر خواهد بود. اصطلاح متادیتاها[1] به چنین اطلاعاتی اشاره دارد؛ یعنی داده‌هایی درباره‌ی داده‌ها. متادیتاها بخش معنایی داده‌ها را دربردارند.

نمایش سندهای موجود در وب با استفاده از *XML* نخستین گام برای حرکت به سوی وب‌معنایی است. حرکت به سوی استفاده از این زبان از سال‌ها پیش آغاز شده و تاکنون پیشرفت چشم‌گیری داشته است.

۱-۲-۲ آنتولوژی

بدنه‌ی آگاهی را می‌توان براساس مفهومی‌سازی[2] نمایش داد. مفهومی‌سازی در واقع دیدی انتزاعی از جهان است. در علم کامپیوتر آنتولوژی[3] ارائه‌ی مشخصات یک مفهومی‌سازی است [۷]. این اصلاح از علم فلسفه قرض گرفته شده است. در فلسفه، آنتولوژی به‌معنی هستی‌شناسی است که به مطالعه ذات وجودی موجودات و دسته‌بندی آن‌ها می‌پردازد. آنتولوژی در وب‌معنایی بیان‌گر اصطلاحات و ارتباط بین آن‌ها در دامنه‌ای است که استفاده می‌شوند. به‌عبارت دیگر اجزا اصلی آنتولوژی شامل مفاهیم، خصوصیات و ارتباط بین آن‌هاست. آنتولوژی ارتباط بین مفاهیم موجود در اسناد وب را مشخص می‌کند. با این کار ماشین‌ها قادر به فهم و پردازش اسناد مربوط به‌هم خواهند بود. در وب‌معنایی، آنتولوژی فهم مشترکی از یک دامنه[4] است. چنین فهم مشترکی برای غلبه بر تفاوت در اصطلاحات ضروری است (مثلاً اگر دو برنامه دارای دو اصطلاح متفاوت برای یک مفهوم باشند). مشکل دیگر وقتی است که دو برنامه دارای اصطلاحات یکسان با معانی متفاوت باشد. چنین اختلافاتی با کمک هم‌ترازی آنتولوژی‌ها[5] و یا تطبیق آنتولوژی‌ها[6] قابل حل است.

درحال حاضر *RDF*، *RDFS* و خانواده زبان‌های *OWL* از جمله مهم‌ترین زبان‌های ایجاد آنتولوژی در وب‌معنایی هستند. این زبان‌ها همگی از نحو *XML* استفاده می‌کنند و از نظر گویایی[7]

[1] Metadata
[2] Conceptualization
[3] Ontology
[4] Domain
[5] Ontology Alignment
[6] Ontology Matching
[7] Expressivity

درجات مختلفی دارند. لایه‌ی معنایی این زبان‌ها با استفاده از نظریه گراف‌ها و منطق توصیفی فراهم شده است.

طراحی یک آنتولوژی رسمی کار بسیار دشواری است. حتی برای تولید یک آنتولوژی ساده تلاش زیادی لازم است. این مشکل از مدت‌ها پیش شناسایی شده و روش‌ها و ابزارهای مختلفی تولید شده‌اند که کار تولید آنتولوژی‌ها را تسهیل می‌کنند. یک آنتولوژی به‌طور جداگانه استفاده نمی‌شود بلکه آنتولوژی‌ها باید باهم مرتبط باشند، بخش‌های مختلف یک آنتولوژی از آنتولوژی‌های دیگر حاصل می‌شود و آنتولوژی‌ها باید با گذشت زمان برای پاسخ‌گویی به روند تغییرات، تغییر کنند.

۱-۲-۳ منطق

منطق رشته‌ای است که اصول استدلال را مطالعه می‌کند. منطق زبان رسمی برای بیان دانش ارائه می‌کند و معانی رسمی و خوش‌فهمی را برای انسان فراهم می‌کند؛ یعنی، معنای جملات بدون نیاز به انجام عملیات بر روی دانش، قابل تعریف است. دانش توصیفی که بسیار از آن سخن گفته می‌شود، یعنی توصیف چیزی بدون نگرانی از این‌که چگونه از آن استنباط می‌شود. در نهایت استدلال‌گرهای خودکار می‌توانند نتایج را از دانش مفروض استنتاج (استنباط) کنند و در نتیجه دانش ضمنی[1] را به دانش صریح[2] تبدیل کنند، این استدلال‌گرها به‌طور گسترده در هوش‌مصنوعی مطالعه می‌شوند [۷].

منطق می‌تواند برای استخراج دانش ضمنی موجود در آنتولوژی‌ها استفاده شود. بدین وسیله، منطق به کشف روابط غیرمنتظره و ناسازگار در وب‌معنایی کمک می‌کند.

پیشکارهای هوشمند از منطق برای تصمیم‌گیری و انتخاب راه‌حل استفاده می‌کنند. در منطق معمولاً تعادلی بین قدرت بیان قواعد و کارایی محاسباتی وجود دارد. هر چه یک منطق گویاتر باشد هزینه‌ی محاسباتی برای استخراج نتایج بیش‌تر خواهد بود و اگر با موانع غیرقابل محاسبه برخورد کند، استخراج نتایج غیرممکن می‌شود. آگاهی‌های مربوط به وب‌معنایی معمولاً

[1] Implicit knowledge
[2] Explicit knowledge

قالب محدودی دارند. قوانین معمولاً به‌صورت «اگر شرایط، آنگاه نتایج» هستند و به منطق هورن[1] معروف هستند. این زیرمجموعه از منطق قابل مدیریت است و توسط ابزارهای استنتاج با کارایی بالا پشتیبانی می‌شود.

یکی از مزایای مهم منطق، ارائه‌ی توضیحات برای نتایج به‌دست آمده است، یعنی، دنباله‌ی مراحل استنتاج قابل‌پیگیری است. ارائه‌ی توضیحات در وب‌معنایی حائز اهمیت است زیرا موجب افزایش اعتماد کاربر به پیشکارهای وب‌معنایی می‌شود. از آن‌جاکه برخی پیشکارها قادر به استخراج نتایج منطقی و بقیه تنها قادر به تأیید و یا رد ادعای دیگر پیشکارها هستند، لذا وجود توضیحات برای تعامل بین پیشکارها نیز امری ضروری است.

برای استفاده‌ی مفید از منطق در وب، باید از آن در ارتباط با دیگر داده‌ها استفاده کرد و همچنین باید به شکل قابل‌پردازش توسط ماشین‌ها ارائه شود. بنابراین فعالیت برای نمایش دانش منطقی و اثبات آن به زبان‌های وب هم‌چنان ادامه دارد. رویکردهای اولیه در سطح *XML* کار می‌کنند، اما در آینده، قوانین و اثبات‌ها نیازمند نمایش در سطح *RDF* و زبان‌ها آنتولوژی مانند *OWL* خواهند بود.

۱-۲-۴ پیشکارها

پیشکارها قطعات نرم‌افزاری هوشمندی هستند که به‌صورت خودگردان[2] و پیش‌فعال[3] عمل می‌کنند. به‌عنوان مثال پیشکارهای شخصی[4] در وب‌معنایی وظایفی که از طرف کاربر به آن‌ها محول شده انجام می‌دهند. پیشکارها اولویت‌های[5] کاربر را دریافت، اطلاعات را از منابع وب جمع‌آوری کرده، با سایر پیشکارها ارتباط برقرار می‌کند سپس اطلاعات حاصل را با نیازها و اولویت‌های کاربر مقایسه کرده، انتخاب‌های مشخصی را برمی‌گزینند و جواب‌ها را در اختیار کاربر می‌گذارد.

[1] Horn logic
[2] Autonomous
[3] Proactive
[4] Personal Agent
[5] Preference

باید توجه داشت که در وب‌معنایی، پیشکارها جایگزین کاربر انسانی نمی‌شوند و لزوماً تصمیم‌گیری نمی‌کنند. در اکثر موارد نقش پیشکارها جمع‌آوری و سازماندهی اطلاعات و ارائه گزینه‌هایی به کاربر برای انتخاب از بین آن‌هاست.

پیشکارهای وب‌معنایی از همه فن‌آوری‌هایی که تاکنون نام برده شد، استفاده می‌کنند:

- از متادیتا برای شناسایی و استخراج اطلاعات از منابع وب استفاده می‌شود.
- از آنتولوژی برای کمک به جست‌وجو در وب، تفسیر اطلاعات بازیابی شده و ارتباط با سایر پیشکارها استفاده استفاده می‌شود.
- از منطق برای پردازش اطلاعات بازیابی شده و استخراج نتایج استفاده می‌شود.

درباره‌ی پیشکارها و برقراری ارتباط بین آن‌ها در بخش‌های ۱-۳ و ۱-۴ به‌طور مفصل توضیح داده خواهد شد، زیرا پس از برقراری ارتباط بین پیشکارها مشکل ایجاد اعتماد بین آن‌ها مطرح می‌شود.

۱-۲-۵ ساختار لایه‌ای وب‌معنایی و جایگاه اعتماد

ساخت و توسعه‌ی وب‌معنایی در چندین مرحله انجام می‌پذیرد و هر مرحله موجب ایجاد یک لایه‌ی جدید بر روی لایه‌های زیرین می‌شود. تاکنون معماری‌های لایه‌ای مختلفی برای وب‌معنایی ارائه شده است، در این‌جا به یکی از آن‌ها اشاره می‌شود. البته این معماری‌ها ممکن است در آینده تغییر کرده و یا پالایش و اصلاح شوند. تقریباً در همه‌ی این معماری‌ها، اعتماد در بالاترین لایه قرار دارد. برای پذیرش هرچه بیش‌تر وب‌معنایی در بین مردم و سازمان‌ها باید مشکل اعتماد به‌طور قابل‌قبولی حل شود، که موضوع این رساله است.