

نقش وب معنایی در بهبود سیستم های اطلاعات جغرافیایی

جواد رضاپوریان¹¹ استاد دانشگاه فنی و حرفه ای پسران شهرکرد

چکیده

قابل فهم بودن و محاوره ای بودن وب کنونی این امکان را فراهم کرده تا سازمانها و گروههای مختلف بتوانند اطلاعات خود را در آن قرار دهند و این امر باعث توسعه شگفت انگیز وب گشته است. هدف اولیه توسعه دهندگان وب نیز این بوده که آن را فراگیر کنند. از آنجا که هر نهادی اطلاعات خود را با زبانهای طبیعی و با نشانه گذاری هایی که عموماً برای صفحه آرایی هستند در وب قرار می دهند لذا، اطلاعات در وب قابل فهم توسط کامپیوتر نیست. در نتیجه جستجو و بازیابی این اطلاعات به صورت کارآمد میسر نخواهد بود. لذا راهی جز استفاده از کلید واژه ها برای جستجوی اطلاعات نیست. تمامی تلاش وب معنایی آنست که با ایجاد یک همزبانی وانتقال معنای اطلاعات اولاً دسترسی به اطلاعات را به گونه ای بهینه میسر سازد و ثانیاً امکان پردازش این اطلاعات توسط ماشین به طریقی صحیح فراهم شود. در این مقاله سعی بر آنست که نقش وب معنایی در ارتقا اطلاعات مکانی جغرافیا از طریق فراهم نمودن امکان دسترسی به اطلاعات قابل پردازش توسط ماشین بررسی شود.

اطلاعات مقاله

ناریخچه مقاله:

تاریخ دریافت مقاله: 1401/11/25

تاریخ پذیرش مقاله: 1401/12/15

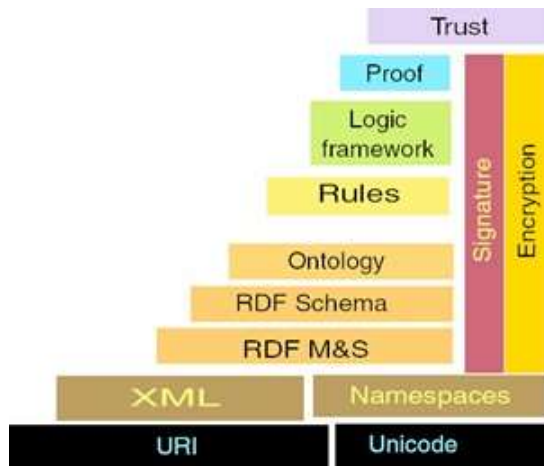
تاریخ انتشار مقاله: 1401/12/20

کلمات کلیدی:

وب معنایی

اطلاعات مکان جغرافیا

جستجوگرها



شکل 1: ساختار وب معنایی

XML3 یک ابر زبان برای تعریف نشانه ها است. XML لایه زیر بنایی و صرف و نحوی وب معنایی می باشد، تمامی تکنولوژی های دیگر در وب معنایی بر روی XML ساخته می شوند. این مسئله که سایر تکنولوژی های وب معنایی مانند چهار چوب تعریف منابع (Resource Description Framework) به صورت لایه هایی بر روی XML قرار می گیرند یک سطح اطمینان از تعامل⁴ را فراهم میکند. حال سوالی که مطرح می شود آنست که آیا XML برای وب معنایی کافی است؟ جواب خیر است. زیرا XML تنها interoperability نحوی را برقرار می کند. به بیان دیگر، با اشتراک گذاری یک سند XML، زمانی معنای محتوای سند منتقل می شود که دو عنصر درگیر در اشتراک گذاری معنای المنت ها را بدانند و بفهمند.

برای مثال اگر ما یک موجودیتی را به صورت `<price>12.00</price>` بر چسب گذاری کنیم و شخص دیگری آن را به صورت `<cost>12.00</cost>` برچسب گذاری کند، راهی برای ماشین برای آنکه بفهمد هر دوی آنها یک معنا را می دهند وجود ندارد، مگر آنکه تکنولوژیهای خاص وب معنایی مانند آنتولوژی ها اضافه شوند [8]. در کل، XML به کاربر اجازه می دهد که ساختار دلخواه را به اسنادشان بدهند ولی چیزی درباره معنای این ساختارها بیان نمیکند [4].

RDF⁵ یک مکانیسم است که از گرافهای جهتدار برای ارائه منابع و توصیفات آنها استفاده میکند.

به عبارتی ساده تر RDF یک زبان XML مبنا برای توصیف منابع است. در حالی که اسناد XML متادیتا را به قسمتهای مختلف یک سند مرتبط میکنند یکی از کاربردهای RDF آنست که

interoperability 4
Resource Description Framework 5

1 - مقدمه

مشکلات زیادی در جستجو، بازیابی، ترکیب و مبادله اطلاعات در وب وجود دارد. در واقع همانطور که ما در دنیای حقیقی نیاز به زبان مشترک برای انتقال مفاهیم و معانی داریم، در دنیای مجازی نیز نیاز به آن احساس می شود. تمامی تلاش وب معنایی آنست که این همزبانی را طوری ایجاد کند که با انتقال معنای اطلاعات اولاً دسترسی به اطلاعات را به گونه ای بهینه میسر سازد و ثانیاً امکان پردازش این اطلاعات توسط ماشین به طریقی صحیح فراهم شود. در این مقاله سعی بر آنست خدماتی را که وب معنایی می تواند به اطلاعات مکانی جغرافیا ارائه دهد بررسی شود [1].

در ادامه در بخش 2 وب معنایی و تکنولوژیهای مرتبط مرور می شوند، بخش 3 به بررسی مشکلات اطلاعات مکانی جغرافیا در حال حاضر و نقش وب معنایی در حل آنها می پردازد، در بخش 4 یک معماری بر اساس وب معنایی برای وب سرویس های سیستم های حامی تصمیم مکانی¹ بیان می شود و بخش 5 به نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات اختصاص یافته است.

2- وب معنایی

وب معنایی برای اولین بار توسط برنرزی معروف به پدر وب در سال 1998 معرفی شد، اما تعریف رسمی آن که شامل یک معماری هفت لایه است در سال 2001 ارائه گردید. باید توجه شود که وب معنایی یک وب جدا از وب کنونی نیست بلکه آینده وب کنونی است که دچار تغییراتی شده است.

«گام اول آنست که داده ها را به فرمی در وب قرار دهیم که قابل فهم برای ماشین باشند و یا قابل تبدیل به این فرم باشند. این کار باعث ایجاد چیزی می شود که ما آن را وب معنایی می نامیم. یک وبی از داده ها که می تواند به طور مستقیم یا غیر مستقیم توسط ماشین پردازش شود» [3] W3C² یک معماری هفت لایه را برای وب معنایی معرفی کرده است که در شکل 1 این معماری نمایش داده شده است.

Web service SDSS 1
World Wide Web Consortium 2
extensible Markup Language 3

این امکان وجود دارد که یک ساختار سلسله مراتبی برای ویژگیها، به مانند ساختار سلسله مراتبی کلاسها ایجاد کنیم. برای مثال ویژگی "is brother of" یک زیر ویژگی از ویژگی "is sibling of" می باشد و اگر بین 2 کلاس در یک عبارت ویژگی "is brother of" برقرار باشد می توان نتیجه گرفت که ویژگی "is sibling of" نیز میان آنها برقرار است.

2-1- آنتولوژی

آنتولوژی ریشه در فلسفه دارد و مبداء آن را ارسطو می دانند. در فلسفه آنتولوژی شاخه ای از علماست که به بررسی موجودات و روابط میان آنها می پردازد. مفهوم آنتولوژی در وب معنایی کمی متفاوت از فلسفه است: "An ontology is an explicit and formal specification of a conceptualization" [5].

یک آنتولوژی لغات و مفاهیم (معانی) که در تعریف و نمایش یک محدودهای از دانش به کار می روند را تعیین می کند و بنابراین معانی را استاندارد می کند. آنتولوژیها توسط مردم، پایگاههای داده و برنامه های کاربردی که نیاز به اشتراک گذاری اطلاعات یک دامنه خاص را دارند استفاده می شود [8].

در زمینه وب آنتولوژیها یک فهم مشترکی از یک دامنه را تأمین می کنند. چنین فهم مشترکی برای حل مشکل چند معنایی لازم است زیرا دو برنامه کاربردی ممکن است از دو ترم متفاوت برای یک معنای واحد استفاده کنند و یا بالعکس از یک ترم واحد برای دو مفهوم متفاوت استفاده کنند. در واقع آنتولوژیها interoperability معنایی را فراهم می کنند.

زبانهای نمایش آنتولوژی را زبانهای نمایش دانش می نامند. نمونه هایی از این زبانها شامل موارد OWL، Ontolingua، KIF، DAML+OIL، RDF و RDFS می باشد.

قدرت بیان RDF و RDFS محدود است در نتیجه W3C، برای بیان آنتولوژیها در وب OWL را توسعه داده است. گروه کاری زبان آنتولوژی وب در سال 2001 در W3C تشکیل شد و نخستین نسخه OWL را در سال 2003 منتشر ساخت.

OWL یک زبان برای بیان آنتولوژیها در وب است که امکان فهم آنها را توسط ماشین فراهم می کند. OWL نگاشت شده از منطق توصیفی (Description Logic) میباشد که خود زیر مجموعه ای از منطق گزارهای است و امکان استدلال کارآمد را فراهم می سازد.

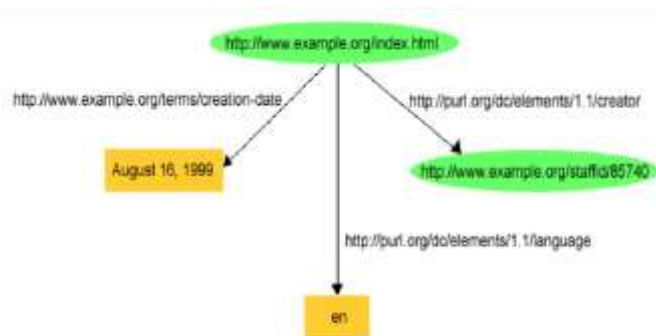
OWL دارای 3 سطح از زبان است (به ترتیب افزایش قدرت بیان):

- OWL Lite
- OWL DL (Description Logic)

متادیتا را در ارتباط باکل سند به عنوان یک موجودیت مستقل بیان کند. به عبارت دیگر، در عوض نشانه گذاری بخش داخلی یک سند، RDF متادیتا درباره بخش خارجی یک سند مانند نویسنده، تاریخ تولید و نوع بیان می کند. در شکل 2، یک گراف RDF ساده نمایش داده شده است. هر کدام از نودهای این گراف توسط یک URI⁶ به صورت یکتا مشخص شده اند.

URIها نقش کلیدی را در تشخیص منابع در وب معنایی دارند. پیوند دادن یک منبع با یک URI به این معناست که هر کس می تواند به آن متصل شود، به آن ارجاع دهد و یا یک نمایشی از آن را بازیابی کند [9]. البته منظور از منابع در RDF الزاماً اسناد متنی و صفحات وب نیست و این منابع میتوانند اشخاص، مفاهیم و هر چیزی که هویت دارد باشند. در کنار قابلیت های ویژگیهای که RDF دارد ولی در عین حال کمبودهای را نیز شامل می شود. در واقع RDF یک زبان جهانی است که به کاربران اجازه می دهد منابع مختلف را با استفاده از واژه نامه های خود توصیف کنند، ولی پیش فرضی را در ارتباط با هیچ دامنه خاصی نمیسازد و معنای هیچ دامنه ای را تعریف نمی کند. این کار با استفاده از RDFS⁷ انجام می پذیرد [2].

RDFS یک زبان آنتولوژی است که شامل مفاهیمی مانند کلاس، روابط زیر کلاسی، ویژگی، روابط زیر ویژگی و محدودیت دامنه و برد می باشد و توسط آن می توان دامنه های مشخص را توصیف کرد.



شکل 2: یک گراف RDF

یکی از کاربردهای مهم RDFS، اعمال محدودیت در مورد سه گانه های قابل بیان در RDF است و میتوان تعیین کرد که کدام ویژگیها برای کدام نوع از اشیا به کار روند و چه مقادیری می توانند اخذ کنند. در RDFS روابط ابرکلاسها و زیر کلاسها و ارث بری توسط ویژگی rdfs:subclassof بیان می شود که در آن یک کلاس می تواند ابرکلاسهای چندگانه داشته باشد. همچنین

• OWL Full

مناسبتی دارند، در واقع OWL Lite و OWL DL تقریباً متناسب با منطق توصیفی⁹ که یک زیر مجموعه‌های از منطق گزاره‌ای است می باشند و سیستمهای Proof کارآمدی دارند.[2]

البته در انتخاب و طراحی زبان آنتولوژی باید این اصل را در نظر گرفت که هر چه ابزارهای نمایش دانش پیچیده تر شوند و قدرت بیان بیشتری پیدا کنند توانایی آنها در پاسخگویی به سوالات به شکل قابل اعتماد کاهش می یابد. مسئله مربوط می شود به یک تئوری ریاضی از Gdel: هر سیستمی که به میزان کافی پیچیده است تا مفید باشد، در ضمن شامل سوالات غیر قابل پاسخ نیز می باشد. مانند نمونه های پیچیده‌های از تناقضهای پایه مانند عبارت «این جمله غلط است»[4].

در نتیجه ما نیاز به یک مصالحه میان قدرت بیان و توانایی استدلال داریم. انتخاب یکی از این زبانها به عنوان زبان آنتولوژی بسته به قدرت بیان و قدرت استدلال مورد نیاز ما در دامنه مورد نظر دارد.

2-2-3- اعتماد

لایه آخر اعتماد¹⁰ است که با استفاده از امضای الکترونیکی¹¹ پدیدار می شود. وب تنها زمانی به پتانسیل کامل خود خواهد رسید که کاربران به ایمنی عملیات و کیفیت اطلاعات آن اعتماد داشته باشند[2]. و در واقع با وجود اجازه برای هر شخصی که عبارات منطقی را درباره منابع بیان کند، برنامه ها می خواهند که تنها استنتاج را براساس عباراتی که به آن اطمینان دارند انجام دهند در نتیجه بررسی کردن منبع عبارات جز کلیدی از وب معنایی است[8]. در اینجا سوالاتی مانند سوالات زیر مطرح میشوند:

2-2- اجزای بخش استنتاج

2-2-1- قوانین

یک قانون امکان یکسری از نتایج را از فرضیات قبلی فراهم می کند. شکل کلی آن به صورت $IF P IS TRUE, THEN Q IS TRUE$ می باشد. در کل یک rule یک عملی را اگر یکسری از شرایط برقرار باشد تعیین می کند.

- نویسنده چه کسی است؟
- آیا نویسنده واقعا آن کسی که ادعا می کند هست؟
- در مورد موتور استنتاج چه؟ آیا می توان به آن اعتماد کرد؟

3- وب معنایی و اطلاعات مکانی جغرافیا

در وب معنایی که نسل آینده، وب کنونی است ما در تلاشیم تا اطلاعات را به شکلی در وب قراردهیم که معنای آن قابل دسترس توسط ماشین باشد، تا بتوانیم جستجو و پردازش اطلاعات در وب را به گونه ای بهینه انجام دهیم. استفاده از وب معنایی می تواند تأثیر فراوانی در علوم مختلف منجمله اطلاعات مکانی جغرافیا¹² داشته باشد. در این بخش سعی بر آن است که تعدادی از خدماتی که وب معنایی می تواند به اطلاعات مکانی جغرافیا ارائه دهد را بررسی کنیم. این خدمات عموماً نتیجه سه قابلیت برجسته وب معنایی به شرح ذیل هستند:

- جستجوی بهبود یافته اطلاعات بر اساس معانی اطلاعات (علاوه بر روشهای مرسوم براساس کلید واژه ها)
- ترکیب اطلاعات از منابع مختلف

2-2-2- منطق و برهان

منطق رشته ای است که اصول استدلال را مطالعه می کند. با استفاده از منطق می توان دانش غیرصریح در آنتولوژیها را به دانش صریح تبدیل کرد. البته می بایست توجه شود که منطق هیچ پیش فرضی را در ارتباط با صحت گزاره ها نمی سازد، بدین معنا که اگر ورودی های غلطی را وارد منطق کنیم خروجی ما نیز غلط خواهد بود. در بحث proof، سیستم های proof میبایست عمیق و کامل باشند. عمیق بودن بدین معناست که تمامی عبارات استخراج شده از فرضیات منطقی دنبال شده باشند و کامل بودن یعنی تمامی نتایج منطقی از فرضیات را بتوان در سیستم Proof استخراج کرد. منطق گزاره‌ای از لحاظ عمیق و کامل بودن سیستم Proof یگانه است. منطقیهای با قدرت بیان بیشتر⁸ چنین سیستم Proofی ندارند. زبانهای RDF و OWL Lite و OWL DL را میتوان مختص منطق گزاره‌ای دانست. زیرا آنها یک زیر مجموعه‌های از منطق گزاره‌ای را شامل می شوند که هم قدرت بیان و هم قدرت استدلال

- نگهداری اطلاعات، درگیر مشکلاتی نظیر ناسازگاری از لحاظ اصطلاحات به کار رفته است.
- دانش جدید که به صورت غیر صریح در پایگاه های داده مشارکتی وجود دارد از طریق داده کاوی استخراج میشود. اما این کار برای مجموعه های توزیع یافته و با ساختار ضعیف مشکلات است.
- یکی از اهداف وب معنایی آنست که سیستم مدیریت دانش بهتری فراهم کند:
- دانش در فضای مفهومی بر اساس معنای آن سازمان دهی می شود.
- ابزارهای اتوماتیک از نگهداری از اطلاعات با بررسی ناسازگاری و استخراج دانش جدید حمایت می کنند.
- جستجو بر اساس کلمات کلیدی با جستجو معنایی جایگزین می شود و همچنین انجام پرسش از چندین سند امکان پذیر می شود [2].

3-3-وب معنایی و وب سرویسها

وب سرویس ها نرم افزارهایی هستند که توسط یک URI مشخص می شوند و با استفاده از XML و پروتکل های استاندارد وب تحت اینترنت و اکسترانت و اینترنت پیاده سازی می شوند و قابل توصیف، جستجو و دسترسی هستند. هر چند وب سرویس ها توسط استاندارد هایی مانند WSDL¹⁶ و UDDI¹⁷ توصیف می شوند و قابل جستجو می گردند ولی زمانی که آن ها گسترش می یابند، پیدا کردن آنها مشکل می شود. این امر از آنجا نشأت می گیرد که این استانداردها توانایی انتقال معنای را ندارد و برپرسش زمانی که یک agent با یک وب سرویس مواجه می شود این استانداردها تنها syntax را منتقل می کنند و معنای قابل دسترس توسط agent نیستند. این مشکل به خصوص در زمان ترکیب و هماهنگ سازی وب سرویسها نمایان می شود. در نتیجه تکنولوژی های وب معنایی برای حل مشکل جستجو سرویس ها و هماهنگ سازی آنها ضروری خواهند بود.

3-4-وب معنایی و پردازش های مکانی-زمانی-معنایی

در اطلاعات مکانی جغرافیا پردازش های مکانی وجود دارند و با افزودن بعد زمان به آن اطلاعات مکانی جغرافیا زمانمند ایجاد می شود. حال با استفاده از وب معنایی می توان یک بعد جدید به

- مبادله داده و پیام میان سیستم های مختلف به شکل قابل فهم
- وب معنایی می تواند از جنبه های مختلف اطلاعات مکانی جغرافیا را بهبود بخشد منجمله: اشتراک گذاری اطلاعات، جستجوی اطلاعات، زیر ساخت داده های مکانی¹³ وب سرویسها و کارگزاران وب¹⁵¹⁴، سیستم های حامی تصمیم مکانی و غیره. در ادامه به بررسی آنها می پردازیم.

3-1-وب معنایی و اشتراک گذاری اطلاعات

اشتراک گذاری اطلاعات یکی از اجزای مهم اطلاعات مکانی جغرافیا است. ولی با رشد و توسعه سازمانها و جمع آوری اطلاعات بیشتر، این کار مشکل می شود. وب معنایی با انتقال معنای اطلاعات، اشتراک گذاری اطلاعات و ترکیب اطلاعات از منابع مختلف را به شکلی کارآمد فراهم می کند. هر چند اشتراک گذاری اطلاعات و ترکیب اطلاعات، فعالیت هایی هستند که بدون وجود وب معنایی نیز امکان پذیرند، ولی نیازمند صرف زمان و انرژی زیادی هستند. از آنجا که اسناد در وب معنایی قابل پردازش توسط ماشین هستند می توان بخش عمده این فعالیتها را به ماشین سپرد.

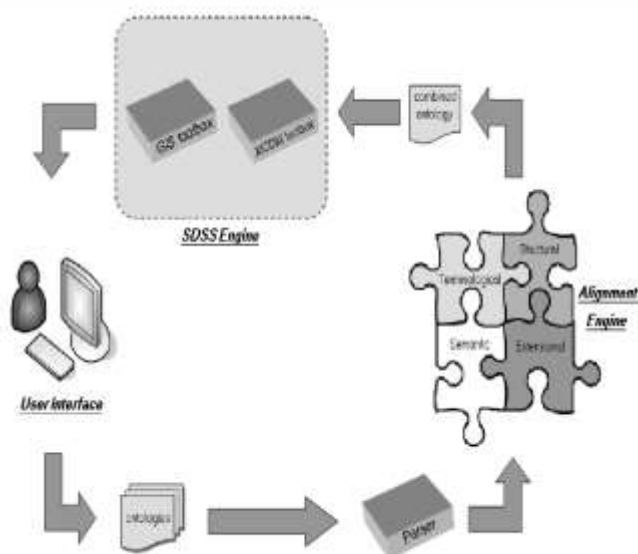
3-2-وب معنایی و مدیریت دانش

مدیریت دانش شامل جمع آوری، دسترسی و نگهداری دانش در داخل یک سازمان می شود.

مدیریت دانش خصوصاً برای سازمانهای بین المللی با دپارتمانهای توزیع یافته از لحاظ جغرافیایی مهم است. بخش اعظم اطلاعات در حال حاضر با ساختارهای ضعیفی مانند متن و صوت و تصاویر وجود دارند. از نگاه مدیریت دانش تکنولوژیهای کنونی از محدودیت های زیر رنج می برند:

- جستجوی اطلاعات بر اساس کلمات کلیدی است.
- نیاز به وقت و تلاش زیاد افراد برای جستجو و استخراج اطلاعات مربوط است.

شوند یک موتور نگاشت آنتولوژی به ترکیب آنها می پردازد. سپس آنتولوژی ترکیب شده در اختیار موتور SDSS قرار می گیرد که در آن تعامل اجزای موتور SDSS و تصمیم سازی، بر پایه آنتولوژی ترکیبی صورت می گیرد.



شکل 3: معماری یک وب سرویس SDSS

GSDSS -1-4

GSDSS²⁰ نوع خاصی از SDSS است که در آن تصمیم سازان در مکان و زمان توزیع یافته اند.

علاوه بر اجزای اصلی SDSS های مرسوم یک GSDSS باید دارای امکانات ارتباطی، رای گیری، طبقه بندی و رتبه بندی برای رسیدن به اتفاق آرا باشد. [7]. در اینجا مشاهده می شود که مشکلات از نوع مشکلات قبلی است با این تفاوت که حل آنها حیاتی تر و پیچیده تر است. در نتیجه نیاز بیشتری به وب معنایی احساس می شود.

علاوه بر آنچه اشاره شد GSDSS می تواند از تکنولوژی های وب معنایی به منظور دریافت و پردازش ورودیهای متفاوت از کارشناسان متفاوت با آنتولوژیهای متفاوت و تامین خروجی و نقشه های قابل فهم برای هر گروه بسته به آنتولوژی آن گروه بهره برد، که این امر GSDSS را منعطف تر خواهد کرد.

5- نتیجه گیری

در انتها باید گفت که وب معنایی یک وب جدید و مجزا از وب کنونی نیست، بلکه آینده وب کنونی است که شامل پیشرفت هایی است. وب معنایی امکان فهم معنای اطلاعات توسط ماشین

اطلاعات مکانی جغرافیا اضافه کرد که همان بعد معنایی است. در وب معنایی می توان پردازشهای معنایی را به مانند پردازشهای مکانی و زمانی توسعه داد. یک نمونه از چنین پردازشهایی مجاورت می باشد که می توان علاوه بر مجاورت در مکان و زمان، مجاورت در بعد معنا را تعریف کرد. سوالی که در اینجا مطرح می شود آنست که متریک ما در بعد مکان و زمان مشخص است ولی در بعد معنا متریک ما چگونه مشخص می شود؟ در جواب باید گفت که ما می دانیم در یک گراف RDF، هر ارتباطی میان نودهای مختلف یک ارتباط معنایی است، پس می توان با رتبه بندی انواع ارتباط های معنایی، متر معنایی را معرفی کرد. البته رتبه بندی در گرافهای RDF از موضوعات مهم و جدید برای تحقیق است.

4- وب سرویسهای SDSS

SDSS را می توان یک سیستم کامپیوتر مبنا¹⁹¹⁸ و تعاملی دانست که به منظور حمایت از یک یا گروهی از کاربران در دستیابی به تصمیم گیری موثرتر در حل مشکلات نیمه ساختار یافته مکانی طراحی می شود [7]. هر SDSS از سه بخش اساسی تشکیل شده است: یک سیستم اطلاعات مکانی به همراه پایگاه داده مکانی، یک سیستم MCDM و یک واسط کاربر. یکی از مشکلات اساسی که هر SDSS با آن مواجه می شود ترکیب اطلاعات از منابع متفاوت است. هر چند این مشکل بدون وجود وب معنایی نیز قابل حل می باشد ولی نیازمند صرف انرژی و زمان زیادی می باشد. وب معنایی امکان ترکیب دانش (و نه تنها داده) از پایگاه های دانش و پایگاه های داده مختلف را فراهم می کند. معنای داده ترکیب شده نه تنها توسط انسان بلکه برای ماشین و Agentها نیز قابل دسترس و قابل پردازش است.

در نتیجه سیستم های حامی تصمیم می توانند به دانش و داده های گسترده تری در وب دسترسی داشته باشند و تصمیمات قابل اعتمادتری بگیرند. بحث بعد آن است که آیا امکان ایجاد وب سرویسها و agentهای SDSS در وب وجود دارد؟ در جواب باید گفت که این امر نیازمند ترکیب آنی داده ها از منابع مختلف و گاهاً ترکیب و هماهنگ سازی وب سرویسهای مختلف ارائه دهنده ابزار اطلاعات مکانی جغرافیا و SDSS می باشد. این کار بدون استفاده از وب معنایی تقریباً غیر ممکن خواهد بود [6]. شکل 3 معماری یک وب سرویس SDSS را نشان می دهد که در آن پس از آنکه آنتولوژیهای مورد نظر توسط کاربر معرفی می

و در نتیجه پردازش اطلاعات توسط ماشین را فراهم می کند. استفاده از وب معنایی می تواند به اطلاعات مکانی جغرافیایها در ماشینی کردن بخش زیادی از فعالیتهايشان کمک کند و باعث رونق خدمات اطلاعات مکانی جغرافیا در وب شود. این مقاله تلاش نمود تا با بیان تعدادی از خدمات وب معنایی به اطلاعات مکانی جغرافیا ظرفیتهای بالای وب معنایی در توسعه اطلاعات مکانی جغرافیا را نشان دهد. به هرحال سرویسهای فراوان دیگر توسط وب معنایی قابل تصور است.

مراجع

- [1] خاتمی، رضا، Semantic Web، سمینار کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، پاییز 1386.
- [2] Antoniou G., van Harmelen F. "A Semantic Web Primer." The MIT Press.
- [3] Berners-Lee, T. 2002. "Weaving the Web." San Francisco: Harper San Francisco.
- [4] Berners-Lee, T., J. Hendler, and O. Lassila. 2001. "The Semantic Web." The Scientific American. May 2001
- [5] Gruber, T. 1993. "A Translation Approach to Portable Ontology Specifications." knowledge Acquisition 5: 199–220
- [6] Khatami R, Alesheikh A.A., Hamrah M. "How semantic web can influence SDSS." Map India 2008
- [7] Malczewski, J. 1999. "Geographic Information Systems and Multicriteria Decision Analysis." John Wiley and Sons
- [8] Michael C. Daconta, Leo J. Obrst, Kevin T. Smith. "The Semantic Web: A Guide to the Future of XML, Web Services, and Knowledge Management." Wiley publishing.
- Shadbolt N., Hall W., Berners-Lee T." The Semantic Web Revisited