Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره پنجم، شماره ۱، مرداد ماه ۱۳۹۴

طراحی و پیاده‌سازی سیستم کشف و هشدار بموقع آتش‌سوزی برمبنای ترکیب سرویس‌های پردازشی مکانی

محسن صابر*[۱]، فرهاد صمدزادگان[۲]، همایون زحمتکش[۱]

[۱]کارشناس ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی- دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی- پردیس دانشکده‌های فنی- دانشگاه تهران
{m.saber, h.zahmatkesh}@ut.ac.ir

[۲]استاد دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی- پردیس دانشکده‌های فنی- دانشگاه تهران
samadz@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت آبان ۱۳۹۳، تاریخ تصویب اردیبهشت ۱۳۹۴)

چکیده

کشف، به‌اشتراک‌گذاری، تلفیق و بکارگیری به‌موقع اطلاعات مکانی چالش‌های اساسی در حوزه‌ی واکنش‌های اضطراری و مدیریت بحران است. بدلیل ماهیت توزیع‌یافته‌ی منابع پردازشی و داده‌ها در مدیریت بحران، استفاده از معماری سرویس‌مبنا با بهره‌مندی از زنجیره‌ی سرویس‌ها راهکاری بهینه، انعطاف‌پذیر و مطمئن برای مقابله با انواع موقعیت‌های بحرانی است. دستورالعمل استاندارد Web Processing Service (WPS) پردازش داده‌های مکانی در یک معماری سرویس‌مبنا را به راه‌حلی کارا و پذیرفته شده برای پردازش داده-های سنجش از دور تحت وب تبدیل نموده است. این مقاله یک معماری برمبنای وب‌سرویس‌های OGC ارائه می‌دهد که طی آن با اخذ و پردازش تصاویر ماهواره‌ای، نقاط آتش‌سوزی استخراج و به افراد ثبت شده در سیستم مخابره می‌شود. در این معماری ترکیبی از وب-سرویس‌های پردازشی و داده‌ای برای تشخیص خودکار نقاط آتش‌سوزی از تصاویر MODIS و نمایش و اطلاع‌رسانی آن بکار رفته است. مجموعه‌ای از پردازش‌ها تحت یک سرویس WPS در معماری‌های متمرکز و آبشاری برای استخراج نقاط آتش‌سوزی تجمیع گشته است. بدین منظور انواع معماری‌ها، روش‌ها و ابزار ترکیب سرویس‌های مکانی مورد مطالعه قرار گرفته است و نقاط قوت و ضعف آن‌ها معرفی شده است. با توجه به ابزار و محدودیت‌های موجود، وب‌سرویس استاندارد WPS برای ترکیب مورد استفاده قرار گرفته است. در این تحقیق نقش WPS بعنوان یک میان‌افزار در حوزه‌ی وب‌سرویس‌های مکانی برجسته شده است که قادر به فراخوانی گستره‌ی وسیعی از عملگرهای مکانی و زنجیره‌سازی سایر وب‌سرویس‌ها به‌عنوان یک موتور ترکیب می‌باشد. کارآمدی معماری طرح‌شده در قالب یک کاربرد واقعی از سوانح بحرانی به منظور کشف، نمایش و مخابره‌ی نقاط آتش‌سوزی ارزیابی شده است. مخدومی مکانی با استفاده از ابزار و نرم‌افزارهای متن‌باز توسعه‌ی کاربردهای تحت وب پیاده‌سازی گشته است که امکان بارگذاری داده‌های MODIS، ایجاد درخواست اجرای پردازش در قالبی استاندارد، بازیابی خروجی‌های مورد نظر و ارسال نقاط آتش‌سوزی را فراهم می‌سازد. بررسی قابلیت‌ها و مزایای این چارچوب ترکیب سرویس نشان‌دهنده‌ی امکان بکارگیری این رویکرد در انواع کاربردهای مکانی مخصوصا مدیریت بحران و پایش‌های محیطی می‌باشد.

واژگان کلیدی: تشخیص آتش‌سوزی، ترکیب سرویس، Web Processing Service (WPS)، سیستم هشدار به موقع، مدیریت بحران

* نویسنده رابط

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

عملکرد طیف وسیعی از فرایندهای برنامه‌ریزی و تصمیم‌سازی به‌منظور کاهش اثرات بلایای طبیعی وابسته به داده‌های مکانی می‌باشد و بدون در اختیار داشتن این اطلاعات امکان اخذ تصمیمات کارا و موثر فراهم نخواهد بود[۱]. با افزایش تعداد کاربران داده‌های مکانی بخصوص تصاویر ماهواره‌ای و همچنین افزایش تولیدکنندگان این داده‌ها، نیاز به یک زیرساخت قابل توسعه از سرویس‌های مکانی اهمیت می‌یابد. از یک طرف، چنین رویکرد توزیع‌یافته‌ای کاربران و توسعه‌دهندگان را از مسائل مربوط به نگهداری این داده‌ها آسوده می‌کند و از طرف دیگر، این افراد را قادر به تمرکز روی ابزار توسعه‌ی خود می‌کند بطوریکه نگرانی در مورد اخذ و بکارگیری این داده‌ها نداشته باشند[۲]. همانطورکه مشخص است فناوری‌های وب نقش مهمی را در تسریع توزیع داده‌های ماهواره‌ای در کنار سایر انواع داده‌ها ایفا می‌کند. بدین منظور، لازم است که منابع پردازشی و داده‌ای توزیع‌یافته در زیرساختی تعامل‌پذیر و انعطاف‌پذیر بکار گرفته شوند تا امکان استخراج دانش و اطلاعات موثر از این منابع در مدیریت بهینه‌ی بلایای طبیعی میسر باشد.

ناهمگونی و عدم سازگاری بین منابع و جریان اطلاعاتی سازمان‌ها و نهادهای مسئول در ارتباط با مراحل مختلف مدیریت بحران از چالش‌های اساسی این حوزه‌ی عملکردی می‌باشد[۳]. تشخیص و هشدار به‌موقع آتش-سوزی از جمله سوانح طبیعی می‌باشد که سازمان‌های متعددی را برای مقابله با آن درگیر می‌سازد. در دسترس بودن انواع تحلیل‌ها و داده‌های مکانی در لحظه وقوع بحران از سازمان‌های مرتبط امری حیاتی می‌باشد که این مسئله تنها از طریق استانداردسازی زیرساخت اطلاعاتی و ارائه‌ی کاربردهای مرتبط بصورت برخط امکان‌پذیر است.

استانداردسازی، تعامل‌پذیری و سرویس‌گرایی در حوزه‌ی اطلاعات مکانی نه‌تنها منجر به گستردگی و توسعه‌ی روزافزون انواع سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطی سازمانی شده است، بلکه امروزه انواع سازمان‌های اداری و تجاری بدنبال تلفیق سیستم‌های اطلاعاتی مکانی و غیرمکانی می‌باشند تا میزان کارایی سیستم‌ها را ارتقا دهند[۴]. در مورد زیرساخت توزیع‌یافته سیستم‌های اطلاعات مکانی، تعامل‌پذیری و استانداردها ملاحظاتی اساسی می‌باشند که موفقیت این زیرساخت وابسته به سهولت دسترسی و تعامل کاربران و امکان ترکیب سرویس‌های مستقل از هم است[۵]. بدلیل طبیعت توزیع یافته فناوری اطلاعات مکانی، یک زنجیره سرویس مکانی ابزاری انعطاف‌پذیر برای پردازش داده‌های با پیچیدگی و توزیع‌یافتگی بسیار زیاد با گستره کاربرد بالا فراهم می-کند. یک سرویس مرکب، یک زنجیره از سرویس‌های پردازش مکانی است که به طریقی تعامل‌پذیر، داده‌ها و سرویس‌ها را ترکیب می‌کند، که در آن هر جزء زنجیره مسئول یک وظیفه خاص است، بدون اینکه از هدف کلی سرویس مرکب آگاه باشد[۶].

یکی از مهم‌ترین مزایای زنجیره‌سازی وب‌سرویس‌ها در تسهیل پیاده‌سازی پردازش‌ها و فرایندهای پیچیده‌تر با استفاده از پردازش‌های ساده‌تر می‌باشد. این امر موجب می‌شود که از قابلیت چندین سرویس در دسترس به منظور پاسخگویی و تطبیق سریعتر با نیازمندی های تغییر یافته بهره‌برداری نماییم و نیازی به پیاده‌سازی مجدد قابلیت‌های موجود نباشد[۷]. عدم پیاده‌سازی فرایندهای موجود موجب کاهش افزونگی در قابلیت وب‌سرویس‌ها و کاهش هزینه و زمان پیاده‌سازی وب‌سرویس‌ها می-گردد[۸]. در ضمن بدین دلیل که هر جزء یک زنجیره وب سرویس بطور مستقل در دسترس است امکان تصحیح و تغییر وب‌سرویس و ارتقای سطح بازدهی بیشتر میسر می-باشد[۹].

۲ – پیشینه‌ی تحقیق

با توسعه‌ی فناوری‌های تحت وب و همچنین ارائه‌ی ابزار نوین و متن‌باز مکانی، بکارگیری و بهره‌مندی از سرویس‌های مکانی در قالب معماری سرویس‌گرا سهولت یافت که موجب بهبودی سیستم‌های تصمیم‌گیری بخصوص در زمینه‌ی سیستم‌های پایش محیطی و هشدار سوانح طبیعی شده است. مولفین متعددی به بحث ترکیب سرویس‌های مکانی پرداخته‌اند که طی آن قابلیت انواع معماری‌های زنجیره‌سازی وب‌سرویس‌های استاندارد در توسعه‌ی انواع سامانه‌های اطلاعات مکانی و میزان کارایی آن در ابزارهای نوین مدیریتی را هم از لحاظ مفهومی و هم از لحاظ فنی بررسی و ارزیابی نموده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

Stollberg وZipf از فعالترین محققین در زمینه‌ی ترکیب سرویس‌های مکانی با استفاده از سرویس WPS بوده‌اند [۱, ۱۰, ۱۱]. با نمونه‌های مطالعاتی متعددی که در رابطه با بکارگیری سرویس‌های مکانی برای کاربردهایی در حیطه‌ی مدیریت بحران و پایش محیطی داشته‌اند، نشان داده‌اند که سرویس WPS ابزاری مناسب و کارا برای زنجیره‌سازی سرویس‌های مکانی می‌باشد. در یک پیاده-سازی مرتبط با مدیریت بحران، از سرویس استاندارد WPS برای ترکیب پردازش‌ها و داده‌های مکانی بمنظور مدیریت سوانح ناشی از بمب‌گذاری و تخلیه‌ی منطقه‌ی در خطر استفاده شد[۱۰]. در این تحقیق بدلیل معضلات فنی بکارگیری سند BPEL اعم از عدم پشتیبانی از پروتکل SOAP/WSDL و همچنین مشکل انتقال داده-های رقومی مانند تصاویر توسط این سند استفاده از سرویس WPS ترجیح داده شد. Mayer نیز به همراه Stollberg و Zipf یک کاربرد ترافیکی را در قالب زنجیره-ای از سرویس‌های مکانی ارائه نمود که طی آن با بازیابی داده‌های حسگرهای ترافیکی از طریق سرویس‌های SOS و تلفیق آنها با سایر داده‌های مکانی و همچنین قیود کاربران یک کاربرد مسیریابی ارائه نمود[۱۲]. Stollberg و Zipf در یک نمونه‌ی مطالعاتی جامع‌تر یک راهکار جدید برای ترکیب سرویس‌های مکانی ارائه نمودند. در این راهکار یک الگوی کلی برای زنجیره‌ی سرویس‌های مکانی بعنوان یک XML Schema معرفی شد و با استفاده از این الگو این امکان وجود داشت یک زنجیره از سرویس‌های مکانی در قالب XML تهیه شده و با واسط استاندارد WPS بعنوان یک سرویس جدید ارائه شود[۱].

GEOSS[۱] در قالب پروژه‌ی پایش آلودگی هوا سیستمی را ارائه نمود که در آن متخصصین علوم مختلف زمینی قادر می‌باشند که با تعیین منطقه مورد مطالعاتی خود داده‌های سرویس‌های SOS[۲] که برای ثبت داده‌های حسگرها توسعه داده شده‌اند را بازیابی کنند و تحت یک سری پردازش‌های درونیابی سرویس WPS نتایج درونیابی را یا بطور مستقیم و یا از طریق سرویس WCS دریافت نمایند [۱۳]. Rautenbach و همکاران نیز به منظور استایل‌گذاری و نمایش نقشه‌های موضوعی از ترکیب انواع سرویس‌های مکانی در قالب پرتال‌های مکانی استفاده کردند که برای زنجیره‌سازی سرویس‌های مربوطه از سرویس تحت عنوان ThematicWS[۳] در قالب یک سرویس WPS برای فراخوانی سرویس‌های مختلف استفاده شد[۷].

بکارگیری موتور ترکیب سرویس BPEL نیز در پیاده-سازی‌های متعددی موردتوجه مولفین بوده است. BPEL یک زبان توصیفی XML مبنا برای روال‌های کاری است که از پروتکل SOAP/WSDL پشتیبانی می‌کند[۱۴]. Chen و همکاران به منظور تلفیق چارچوب حسگرهای تحت وب[۴] و روال‌های کاری پردازش مکانی از موتور BPEL بهره برد تا ضمن استخراج نقاط محتمل آتش-سوزی از تصاویر EO-1[۵]، هشدارهای بموقع ایجاد و به مقامات ذیربط ارسال گردد[۱۵]. Friis-Christensen و همکاران نیز در یک کاربرد مکانی برای مدیریت ریسک بمنظور کشف میزان خسارات ناشی از آتش‌سوزی جنگل-ها، الگوهای متفاوت معماری را ارزیابی نموده و روش‌های مختلف کنترل جریان داده را مورد بحث و بررسی قرار داد[۱۶].

۳ - ترکیب سرویس‌های مکانی

ترکیب‌پذیری وب‌سرویس‌ها یکی از قابلیت‌های اساسی وب‌سرویس‌ها در یک معماری سرویس‌گرا می‌باشد. منظور از ترکیب وب‌سرویس‌ها ترکیب انواع استانداردها و دستورالعمل‌ها می‌باشد که منجر به ارائه‌ی قابلیت‌های پیچیده‌تری می‌گردد[۶]. استاندارد ISO 19119 وب-سرویس مرکب را بدین گونه تعریف می‌کند: "توالی از سرویس ها که برای هر جفت سرویس مجاور، وقوع اقدام سرویس اول لازمه ی اقدام سرویس دوم می باشد"[۵].

سرویس WPS بعنوان استاندارد سرویس پردازش‌های مکانی یکی از سرویس‌های اساسی OGC برای پیاده‌سازی انواع کاربردهای مکانی می‌باشد که درکنار پشتیبانی از پیاده‌سازی انواع پردازش‌ها در علوم مختلف تحقیقاتی و کاربردی، امکان بهره‌مندی از ترکیبی از سرویس‌ها برای فراهم نمودن انواع روال‌های کاری پیچیده را نیز میسر می‌سازد[۱۷]. استاندارد WPS برای ترکیب سرویس‌های مکانی سه روش مختلف را در دستورالعمل اشاره کرده

۱ Global Earth Observation System of Systems
۲ Sensor Observation Service
۳ Thematic Web Service
٤ Sensor Web Enablement
٥ Earth Observing-1

www.SID.ir

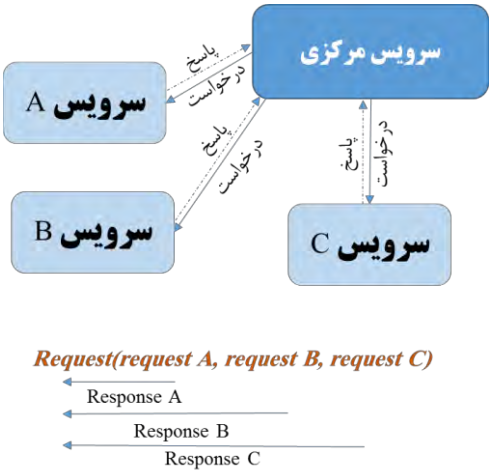
Archive of SID

است که امکان ایجاد روال‌های کاری قابل تکرار با استفاده از این روش‌ها سهولت می‌یابد. این روش‌های ترکیب سرویس‌ها و پردازش‌های مکانی عبارتند از[۱۷]:

- بکارگیری یک موتور ترکیب سرویس BPEL که یک زنجیره‌ی سرویس از پردازش‌های WPS را فراخوانی و هماهنگ‌سازی می‌نماید.
- طراحی و پیاده‌سازی یک پردازش WPS به منظور فراخوانی توالی‌ای از وب‌سرویس‌های حاوی سایر پردازش-های WPS، که بعنوان یک موتور زنجیره‌سازی و ترکیب سرویس عمل می‌کند.
- یک زنجیره‌ی سرویس ساده نیز می‌تواند در قالب قسمتی از یک درخواست ساده Execute پردازش سرویس WPS اجرا گردد. چنین زنجیره‌ی سرویس آبشاری می-تواند از طریق واسط پروتکل GET سرویس WPS اجرا گردد.

BPEL سند XML مبنا برای ترکیب سرویس‌هاست که توسط OASIS[۱] بعنوان استاندارد ترکیب سرویس‌ها پذیرفته شده است[۱۶]. در پیاده‌سازی‌های مختلفی که از این روش برای سرویس‌های مکانی بکار رفته، مشکلاتی ذکر شده که از جمله آن‌ها لزوم تهیه سند WSDL برای سرویس‌های OGC است[۱۸]. عدم پشتیبانی سرویس‌های OGC از پروتکل SOAP نیز مشکل دیگری می‌باشد که امکان بکارگیری آن‌را بعنوان موتور ترکیب سرویس مکانی کاهش داده است[۸, ۱۹]. همچنین از آنجا که تمامی تبادلات در رویکرد BPEL مبتنی بر XML است معضلات فنی برای تبادل داده‌های باینری ایجاد می‌گردد[۱۰]. رویکرد BPEL مبتنی بر پروتکل SOAP است که در این پروتکل امکان بازیابی خروجی تنها در قالب استاندارد XML در ساختار ExecuteResponseDocument طبق استاندارد WPS امکان‌پذیر می‌باشد و به همین دلیل امکان تعبیه خروجی سرویس‌هایی نظیر WMS و یا WCS که یک تصویر باینری غیر از فرمت XML می‌باشند پشتیبانی نمی‌گردد[۱۰, ۱۷].

علاوه بر استاندارد BPEL، سرویس استاندارد WPS دو روش دیگر را برای ترکیب سرویس‌ها پیشنهاد می‌کند که متناسب با نوع مدیریت توالی و نحوه‌ی فراخوانی سایر سرویس‌ها این زنجیره‌سازی انجام می‌پذیرد. در روش متمرکز ترکیب سرویس‌ها[۲] بکارگیری سرویس WPS بعنوان یک موتور ترکیب سرویس پیشنهاد شده است که در آن این سرویس بعنوان سرویس مرکزی وظیفه‌ی فراخوانی سایر سرویس‌های مکانی و تامین ورودی‌ها و دریافت خروجی‌ها را برعهده دارد[۲۰]. اعمال توالی سرویس‌ها برعهده سرویس مرکزی است که براساس ترتیب پردازش‌ها و ورودی‌ها و خروجی‌های مشخص شده در سطح برنامه این امر انجام می‌پذیرد. سرویس مرکزی براساس الگوی زنجیره سرویس اول را فراخوانی نموده پس از اتمام پردازش به سرویس دوم رجوع می‌شود و در صورت نیاز خروجی پردازش اول به آن سپرده می‌شود تا اینکه سرویس نهایی خروجی نهایی را به موتور ترکیب ارائه دهد(شکل ۱).



شکل ۱- سرویس مرکب با روش متمرکز

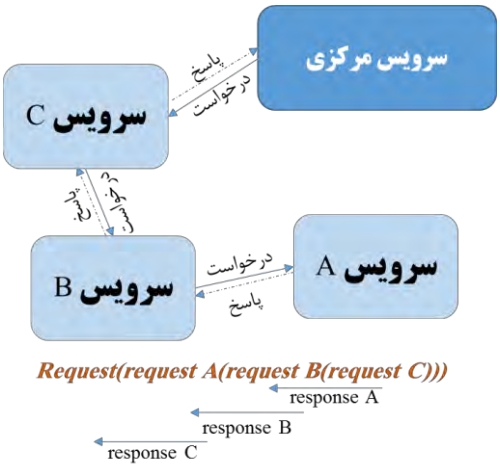
در روش متمرکز تمامی سرویس‌ها با سرویس مرکزی در ارتباط هستند و از این طریق کل پردازش پیگیری می‌شود. اما در روش آبشاری ترکیب سرویس‌ها[۳] با سرویسی که قرار است خروجی نهایی را تولید کند اولین ارتباط برقرار می‌شود[۲۰] (شکل ۲). درخواست اجرای سایر پردازش‌ها بصورت تودرتو در این پردازش قرار می-گیرد. درخواست‌ها تا جایی بصورت تودرتو فراخوانی می-گردند که پاسخ آخرین درخواست تهیه گردد و به صورت بازگشتی درخواست‌ها بازگردانده شود.

۱ Open Accessible Space Information System

۲ Centralized Service Chaining
۳ Cascaded Service Chaining

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- سرویس مرکب با روش آبشاری

۴ - ترکیب سرویس‌های مکانی برای کشف نقاط آتش‌سوزی

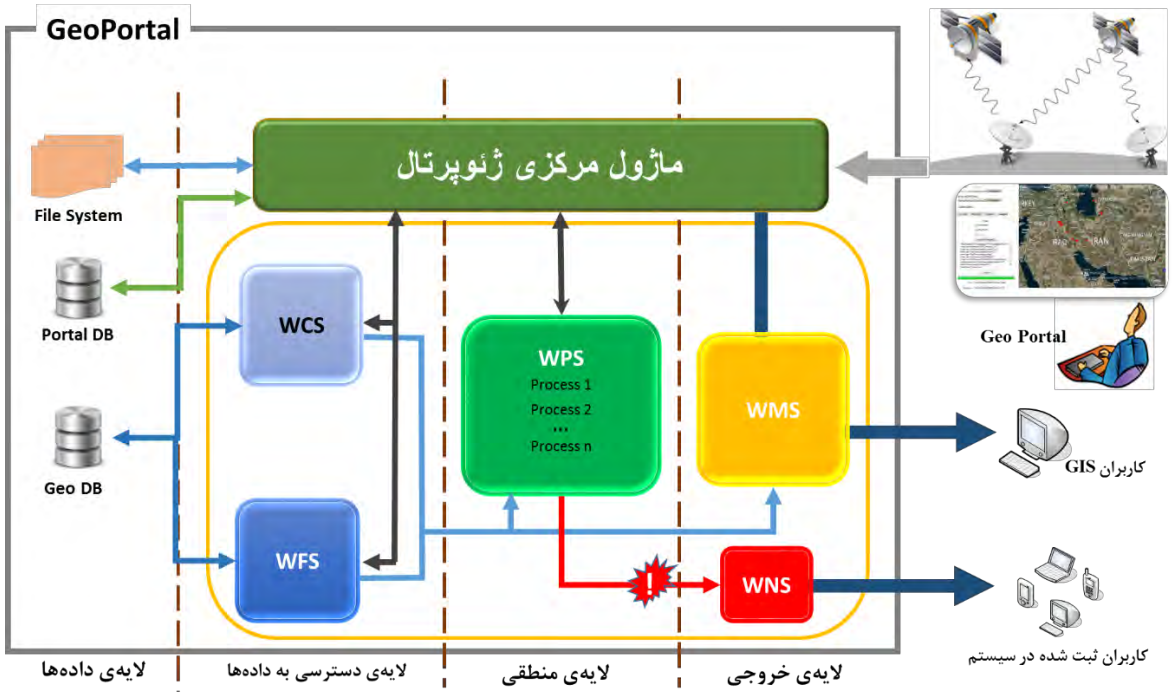
جهت معرفی قابلیت سیستم ارائه شده یک معماری کلی برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای و استخراج اطلاعات تحت معماری سرویس‌گرا ارائه شده است. در معماری پیشنهادی با تغذیه‌ی تصاویر ماهواره‌ای در سیستم، زنجیره‌ی پردازش‌های مکانی برای استخراج نقاط آتش-سوزی بطور خودکار آغاز می‌گردد. پس از ذخیره‌سازی داده‌ها در سیستم، زنجیره‌ی پردازش‌های مکانی روی تصاویر ماهواره‌ای اجرا شده و بعد از اجرا شدن پردازش-های مربوطه خروجی نهایی در سیستم ذخیره می‌گردد (شکل ۳).

یک لایه‌ی میان‌افزار تحت عنوان ماژول مرکزی ژئوپرتال (GeoPortal Central Module) به منظور ارتباط بخش تغذیه‌ی داده با سایر قسمت‌ها و سرویس‌های موجود در معماری و همچنین ارائه‌ی یک مخدوم برای نمایش و ایجاد ارتباط منطقی با کاربر در معماری مدنظر قرار گرفته است. با استفاده از این لایه مدیریت ارتباطات قسمت‌های مختلف سیستم با هم و بخصوص با قسمت نمایش تسهیل می‌شود. اجزا و سرویس‌های موجود در این معماری به قسمت‌های مختلفی می‌توان تقسیم کرد که هرکدام قابلیت‌های متمایزی خواهند داشت. سرویس‌های WFS و WCS سرویس‌های قسمت دسترسی و بازیابی داده‌های مکانی می‌باشند[۲۱, ۲۲] که در معماری تحت عنوان لایه‌ی دسترسی به داده‌ها قرار می‌گیرند. پردازش-های مکانی که در قالب سرویس استاندارد WPS پیاده-سازی گردیده است در قسمت لایه‌ی منطقی تعبیه می-شود. پایگاه‌های داده در این معماری در لایه‌ی داده‌ها قرار می‌گیرند که به منظور ذخیره‌سازی تصاویر ماهواره‌ای و خروجی پردازش‌ها از قبیل دمای درخشندگی، ماسک ابر و نقاط آتش‌سوزی بکار می‌روند که با سرویس‌های موجود در لایه‌ی دسترسی به داده‌ها ارتباط خواهند داشت.

سرویس استاندارد WMS نیز به جهت تبادل مستقیم داده با کاربر در لایه‌ی خروجی قرار می‌گیرند[۲۳]. از سرویس استاندارد WNS نیز به منظور ارسال هشدارهای ایجاد شده در زمینه‌ی نقاط آتش‌سوزی استفاده می-گردد[۲۴]. پردازش‌های مکانی موجود در سرورهای WPS به ترتیبی اجرا می‌گردد که طی آن ابتدا داده‌های MODIS در خادم WCS ذخیره شده و سپس پردازش-های مربوط به استخراج نقاط آتش‌سوزی اجرا می‌گردد. در نهایت هم پس از کشف نقاط آتش‌سوزی نوبت به ذخیره-سازی این نقاط در خادم WFS، ارسال هشدار ایجاد شده به افراد ثبت شده در سیستم از طریق سرویس استاندارد WNS و نمایش این نقاط در سمت کاربر خواهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳ - معماری کلی سیستم کشف آتش‌سوزی

۴-۱- تشخیص آتش‌سوزی

بمنظور استخراج نقاط آتش‌سوزی بوسیله‌ی تصاویر MODIS الگوریتم‌های مختلفی توسط مولفین متعددی پیاده‌سازی شده است که یکی از کاراترین آن‌ها بکارگیری الگوریتم Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm می‌باشد که توسط Giglio و همکاران در سال ۲۰۰۳ ارائه شد. در این الگوریتم باندهای متعددی از تصاویر MODIS برای تشخیص آتش‌سوزی بکار می‌رود که طی آن با بکارگیری انواع ماسک‌ها و تصحیحات امکان وقوع خطا در تشخیص را کاهش می‌دهد. الگوریتم برای استخراج نقاط آتش‌سوزی دمای درخشندگی باندهای ۴ و ۱۱ میکرومتر (T4 و T11)، برای محاسبه‌ی ماسک ابر دمای درخشندگی باند ۱۲ میکرومتری (T12) و همچنین برای اجتناب از هشدار غلط و محاسبه‌ی ماسک ابر باندهای با طول موج‌های قرمز و نزدیک مادون قرمز، $\rho_{0.65}$ و $\rho_{0.86}$،را بکار می‌گیرد[۲۵].

برای محاسبه‌ی دمای درخشندگی از باندهای حرارتی از رابطه‌ی قانون پلانک استفاده می‌شود که در آن با مشخص بودن مقدار طول موج و مقدار رادیانس هر پیکسل دمای درخشندگی بدست می‌آید[۲۷]:

$$T = \left(\frac{hc}{k\lambda}\right)\frac{1}{\ln(2hc^2\lambda^{-5}L^{-1}+1)} \qquad (۱)$$

در معادله (۱) h ثابت پلانک می‌باشد که مقدار آن برابر $6.626068 * 10^{-34}$ ژول ثانیه و k نیز ثابت بولتزمن است که مقدارش برابر $1.38066 * 10^{-23}$ ژول بر درجه است. پارامتر c نیز سرعت نور در خلاء می‌باشد که مقدارش بر حسب متر بر ثانیه $2.997925 * 10^{8}$ است. دمای درخشندگی باندهای حرارتی تصاویر MODIS که برای استخراج نقاط آتش‌سوزی لازم است طبق این معادله محاسبه می‌گردد که مقادیر رادیانس و طول موج نیز معادل پارامترهای L و λ در رابطه قرار می‌گیرد[۲۷]. با استخراج دمای درخشندگی در ابتدا لازم است که ماسک ابر و آب را از داده‌های MODIS استخراج نموده و در استخراج نقاط آتش‌سوزی آن‌ها را بکار گرفت. برای تشخیص پیکسل‌های پوشیده از ابر در شرایط روز از معادلات (۲) به شرح[۲۶]:

$$\begin{array}{l}(\rho_{0.65} + \rho_{0.86} > 0.9)\ or \\ (T_{12} < 265\ K)\ or \\ (\rho_{0.65} + \rho_{0.86} < 0.7\ and\ T_{12} < 285\ K)\end{array} \qquad (۲)$$

و برای تشخیص پیکسل‌های پوشیده از ابر در شرایط شب از معادله (۳) استفاده می‌گردد:

$$T_{12} > 265\ K \qquad (۳)$$

www.SID.ir

Archive of SID

پیکسل‌های در برگیرنده‌ی آب نیز از ماسک خشکی/دریا با قدرت تفکیک یک کیلومتری از محصولات MODIS Geolocation dataset تحت عنوان MOD03 استخراج می‌گردد. با در اختیار داشتن دمای درخشندگی، ماسک ابر و ماسک آب و بکارگیری الگوریتم تشخیص آتش می‌توان نقاط محتمل را استخراج نمود. دمای درخشندگی و یا رفلکتانس پیکسل‌هایی که در رابطه‌ی (۴) صدق می‌کند قطعا جزء پیکسل‌های غیرآتش هستند. این پیکسل‌ها از بین گزینه‌های محتمل آتش‌سوزی حذف می‌گردند[۲۵]:

$$\begin{aligned} &T_4 < 315\ \text{K (305 K at night) or} \\ &T_4 - T_{11} < 10\ K\ (3\ K\ at\ night)\ or \\ &\rho_2 > 0.3\ \text{(daytime only)} \end{aligned} \quad (۴)$$

همانطور که ذکر شد برای جلوگیری از تشخیص اشتباه پیکسل‌هایی که در رابطه‌ی (۴) صدق می‌کنند از بین پیکسل‌های مورد جستجو برای تشخیص آتش‌سوزی حذف می‌شوند و پیکسل‌هایی که این شرایط را نداشته باشند بعنوان پیکسل بالقوه آتش‌سوزی[۱] شناخته می‌شوند. برای یافتن نقاط دچار آتش‌سوزی فعال دو راه‌حل وجود دارد. روش اول یک روش مطلق است که در آن دمای درخشندگی T4 هر پیکسل به تنهایی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این ارزیابی آستانه‌ی دما به حدی بالا اختیار می‌شود که امکان تشخیص اشتباه کاهش یابد. این ارزیابی بعنوان تست ۱ عبارت است از:

$$\text{test(1)}: T_4 > 360\ \text{K (320 K at night)} \quad (۵)$$

در کنار ارزیابی مطلق یک پیکسل به تنهایی، در فاز دوم با استفاده از همسایگی‌های یک پیکسل نقاط آتش-سوزی استخراج می‌گردد. بدین منظور تعدادی تست دیگر باید محاسبه گردد که از ترکیب آن‌ها بتوان تشخیص درستی انجام داد. پنجره‌ای از تعدادی از پیکسل‌های معتبر به مرکزیت پیکسل بالقوه آتش‌سوزی برای ارزیابی-های مورد نظر لازم می‌باشد. در این پنجره پیکسل‌های معتبر شامل این شرایط خواهند بود که: ۱) در بر گرفتن مشاهداتی قابل استفاده، ۲) واقع بر روی زمین، ۳) عاری از پوشش ابر و ۴) جزء پیکسل‌های با زمینه‌ی آتش‌سوزی[۲] نباشد. پیکسل با پس‌زمینه‌ی آتش‌سوزی را نیز می‌توان از رابطه‌ی (۶) محاسبه نمود[۲۵]:

$$\begin{aligned} &T_4 > 325 \text{ and } T_4 - T_{11} > 20\ \text{K for DayTime} \\ &T_4 > 310\ and\ T_4 - T_{11} > 10\ K\ \ for\ NightTime \end{aligned} \quad (۶)$$

بدین‌ترتیب با در نظر گرفتن پنجره‌ای ۳×۳ حول هر پیکسل بالقوه‌ی آتش‌سوزی محاسبات شروع می‌گردد. ابعاد این پنجره تا اندازه‌ی ۲۱×۲۱ پیکسل افزایش می‌یابد تا زمانی‌که به اندازه‌ی حداقل ۲۵٪ تعداد پیکسل‌های پنجره و همچنین حداقل ۸ عدد جزء پیکسل‌های معتبر قرار گیرند. در صورتیکه در یک پنجره از همسایگی‌ها به تعداد مناسبی از پیکسل‌های معتبر دست یافته شود آنگاه باید تعدادی پارامتر آماری محاسبه گردد. این پارامترها عبارتند از: $\boldsymbol{\delta_{\Delta T}}$، $\boldsymbol{\overline{\Delta T}}$، $\boldsymbol{\delta_{11}}$، $\boldsymbol{\overline{T_{11}}}$، $\boldsymbol{\delta_4}$، $\boldsymbol{\overline{T_4}}$ که به ترتیب میانگین و انحراف از میانگین پارامترهای $\boldsymbol{T_4}$، $\boldsymbol{T_{11}}$ و $\boldsymbol{\Delta T}$ $(\boldsymbol{T_4 - T_{11}})$ در پنجره‌ی مورد نظر از پیکسل‌های معتبر هستند. همچنین میانگین و انحراف از میانگین $(\boldsymbol{\acute{\delta}_4}, \boldsymbol{\overline{\acute{T}_4}})$ پیکسل‌های غیر معتبر با پس‌زمینه‌ی آتش نیز باید محاسبه گردد. با استفاده از پارامترهای آماری نامبرده پنج تست دیگر به ارزیابی‌های لازم برای استخراج نقاط آتش-سوزی اضافه می‌گردد که عبارتند از[۲۵]:

$$\begin{aligned} &test(2):\ \Delta T > \overline{\Delta T} + 3.5 \times \delta_{\Delta T} \\ &test(3):\ \Delta T > \overline{\Delta T} + 6\ K \\ &test(4):\ T_4 > \overline{T_4} + 3 \times \delta_4 \\ &test(5):\ T_{11} > \overline{T_{11}} + \delta_{11} - 4\ K \\ &test(6):\ \delta_4 > 5\ K \end{aligned} \quad (۷)$$

پذیرش یک پیکسل بعنوان پیکسل آتش‌سوزی مستلزم تحقق تست‌های نامبرده تحت یکی از حالات زیر است که در آن برای تصویر با گذر روز:

- تست ۱ صحیح باشد یا
- تست ۲ تا ۴ و تست ۵ یا ۶ صحیح باشد؛

و برای تصویر با گذر شب:

- تست ۱ صحیح باشد یا
- تست ۲ تا ۴ صحیح باشد؛

در غیر اینصورت پیکسل موردنظر پیکسل غیرآتش-سوزی می‌باشد. در صورتیکه هیچکدام از تست‌ها برای شناسایی پیکسل مربوطه مؤثر نبود پیکسل مربوطه بعنوان پیکسل ناشناخته طبقه‌بندی می‌گردد. نتیجه‌ی این

---

۱ Potential Fire Pixel
۲ Background Fire Pixel

www.SID.ir

Archive of SID

زنجیره از پردازش‌ها که مطابق شکل ۴ شامل استخراج دمای درخشندگی، ماسک ابر و آب و محاسبه‌ی قواعد آتش‌سوزی تصویری صفر و یک می‌باشد که در آن پیکسل‌های با مقدار ۱ نقاط آتش‌سوزی خواهند بود. در نهایت یک پردازش تبدیل داده‌ی رستری به برداری لازم می‌باشد تا بتوان پیکسل‌های دچار آتش‌سوزی را در قالب داده‌ی برداری نقطه در پایگاه داده مکانی ذخیره نموده و در صورت نیاز به تصمیم‌گیرندگان و مدیران بحران مخابره نمود.

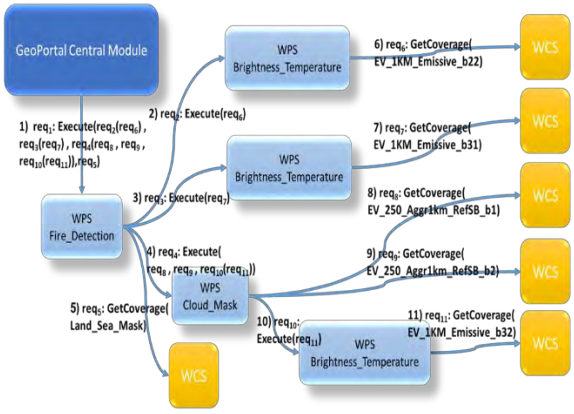
شکل ۴- زنجیره‌ی پردازش‌های تشخیص نقاط آتش‌سوزی

۴-۲- ترکیب سرویس‌ها

۴-۲-۱- رویکرد آبشاری ترکیب سرویس‌ها

با توجه به سند استاندارد WPS این امکان وجود دارد که فراخوانی یک سرویس دیگر را در سند درخواست Execute بعنوان ورودی پردازش کد نمود. بدین ترتیب می‌توان برای مثال درخواست GetFeature سرویس WFS، یا درخواست GetCoverage سرویس WCS یا درخواست Execute سرویس WPS را بعنوان ورودی سرویس کد نمود. بدین ترتیب امکان فراخوانی زنجیره‌ی سرویس‌ها بصورت الگوی آبشاری میسر می‌گردد. در این زنجیره‌سازی تعامل سرویس‌ها بصورت بازگشتی صورت می‌پذیرد و سرویسی که قرار است آخرین ورودی را تهیه کند در ابتدا فراخوانی شده و سرویسی که باید اولین پردازش را انجام دهد در آخرین درخواست بصورت تودرتو فراخوانی می‌گردد.

پارامترهای ورودی طبق سند استاندارد به دو طریق فراهم می‌گردد که عبارتند از: ۱) با مقداردهی مستقیم و ۲) با تامین اطلاعات مورد نیاز برای دریافت داده‌های ورودی، بخصوص از طریق فراخوانی سرویس‌های دیگر. مطابق شکل ۵، معماری و روال کاری پیاده‌سازی یک زنجیره‌ی سرویس از پردازش‌های مکانی توزیع یافته برای استخراج نقاط آتش‌سوزی در این حالت این‌گونه خواهد بود که طبق معماری پیشنهادی در ابتدا سرویس تشخیص آتش‌سوزی Fire_Detection توسط GeoPortal Central Module فراخوانی می‌گردد. این سرویس برای تعیین نقاط دچار رخداد آتش‌سوزی نیاز به سه مورد از محصولات تصاویر MODIS دارد. این ورودی‌ها دمای درخشندگی محاسبه‌شده از باند ۲۲ و ۳۱ و همچنین ماسک ابر بدست آمده از این تصاویر و ماسک آب از داده‌های MOD03 است.



شکل ۵- روال کاری در یک الگوی آبشاری ترکیب سرویس

برای آغاز اجرای زنجیره، سرویس Fire_Detection با سند Execute که سایر فراخوانی‌ها در آن کد شده است فراخوانی می‌گردد. در صورتیکه ورودی‌ها بصورت مستقل محاسبه و ذخیره شده باشند توسط سرویس Fire_Detection بازیابی می‌گردند که در قسمت ورودی درخواست Execute سرویس WPS درخواست بازیابی این ورودی‌ها کد می‌شود. ولی می‌توان مطابق شکل ۵، به ترتیبی که در زیر آمده است سایر سرویس‌ها را بصورت تودرتو در سند Execute فراخوانی نمود:

۱- برای دریافت دمای درخشندگی باندهای ۲۲ و ۳۱ فراخوانی سرویس پردازشی

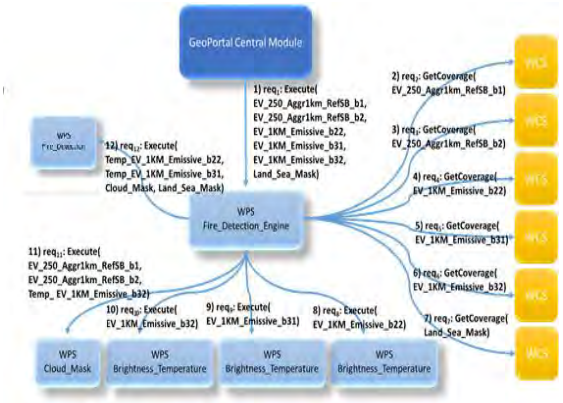
www.SID.ir

Archive of SID

Brightness_Temperature در سند Execute تعبیه می‌گردد که درخواست‌های GetCoverage سرویس WCS برای این دو باند در آن‌ها کدگذاری شده است.

۲- سرویس WPS پردازش محاسبه ماسک ابر، Cloud_Mask، با تامین ورودی‌ها مناسب در سند Execute فراخوانی می‌گردد. ورودی این سرویس پردازشی هم به شرح زیر باید تامین گردد:

- با فراخوانی درخواست GetCoverage دو باند انعکاسی ۱ و ۲ از سرویس WCS بازیابی می‌گردد.
- برای تکمیل ورودی‌های محاسبه‌ی ماسک ابر نیاز به دمای درخشندگی باند ۳۲ می‌باشد. بدین‌منظور پردازش Brightness_Temperature سرویس WPS نیز باید فراخوانی گردد که باند ۳۲ نیز در قالب درخواست GetCoverage درون آن بازیابی و پردازش گردد.
- در نهایت نیز ماسک آب از سرویس WCS با درخواست GetCoverage توسط سرویس Fire_Detection بازیابی می‌گردد.



شکل ۶ - روال کاری در یک الگوی متمرکز ترکیب سرویس

۴-۲-۲- رویکرد متمرکز ترکیب سرویس‌ها

در پیاده‌سازی یک سرویس WPS می‌توان چندین سرویس را در یک توالی مشخص فراخوانی نمود و تعاملات بین وب‌سرویس‌ها را درون یک سرویس WPS مدیریت نمود. سرویس WPS که وظیفه‌ی مدیریت تعاملات بین وب‌سرویس‌ها را برعهده دارد نقش یک موتور مرکزی برای اجرای ترکیبی از سرویس‌ها را ایفا می‌کند. به عبارتی وظایفی که این سرویس مرکزی برعهده دارد عبارت است از فراهم‌سازی ورودی‌ها و خروجی‌های موردنیاز هر سرویس و همچنین مدیریت نحوه‌ی تعامل با هر سرویس مکانی و در نهایت ارائه‌ی خروجی نهایی برای درخواست-کننده‌ی این سرویس که تمامی این موارد در هنگام پیاده-سازی لحاظ می‌شود. معماری پیاده‌سازی چنین زنجیره‌ی سرویسی از پردازش‌های مکانی مطابق شکل ۶ خواهد بود که طی آن تمامی داده‌های ورودی کشف آتش‌سوزی شامل باندهای ۱، ۲، ۲۲، ۳۱ و ۳۲ و ماسک آب توسط سرویس مرکزی فراخوانی و بازیابی شده و سپس یک توالی مشخص از پردازش‌های مربوطه فراخوانی و اجرا می‌گردد. برای اجرای این زنجیره ازسرویس‌های مکانی طبق معماری پیشنهادی در ابتدا GeoPortal Central Module سرویس مرکزی که باید سایر سرویس‌های مکانی را با رعایت توالی تعاملات مدیریت کند فراخوانی می‌گردد. ورودی‌های موردنیاز برای کشف نقاط آتش‌سوزی به سرویس مرکزی تحت عنوان Fire_Detection_Engine ارائه می‌شود. در ادامه این سرویس داده‌های مورد نیاز را بازیابی نموده و پردازش‌ها را اجرا می‌نماید. برای برقراری تعامل بین سرویس مرکزی و سایر سرویس‌های مکانی باید به طریقی استاندارد درخواست GetCoverage سرویس WCS یا درخواست Execute سرویس WPS در سرویس مرکزی Fire_Detection_Engine کد شود و به این سرویس‌ها ارسال گردد.

مطابق شکل ۶ زمانی‌که سرویس مرکزی Fire_Detection_Engine برای کشف نقاط آتش‌سوزی مطابق سند مناسب Execute فراخوانی گردد این سرویس با رعایت توالی اجرا و فراخوانی سرویس‌ها به شرح زیر نقاط آتش‌سوزی را استخراج و مخابره می‌کند:

- ابتدا تمامی باندهای موردنیاز برای استخراج نقاط آتش‌سوزی از سرویس استاندارد WCS بازیابی می‌گردد. این باندها عبارتند از: باندهای انعکاسی ۱ و ۲ و باندهای حرارتی ۲۲، ۳۱ ، ۳۲ و همچنین ماسک آب.
- سپس سرویس مرکزی با دریافت تمامی باندها شروع به محاسبه‌ی دمای درخشندگی سه باند ۲۲، ۳۱ و ۳۲ می‌نماید. بدین‌منظور سرویس پردازشی Brightness_Temperature را برای هرکدام اجرا می‌کند.
- با دریافت دمای درخشندگی باند ۳۲ امکان محاسبه ماسک ابر نیز فراهم می‌گردد. برای محاسبه‌ی ماسک ابر سرویس مرکزی سرویس پردازشی Cloud_Mask را با تامین ورودی‌های باندهای ۱، ۲ و دمای درخشندگی باند ۳۲ فراخوانی می‌کند.

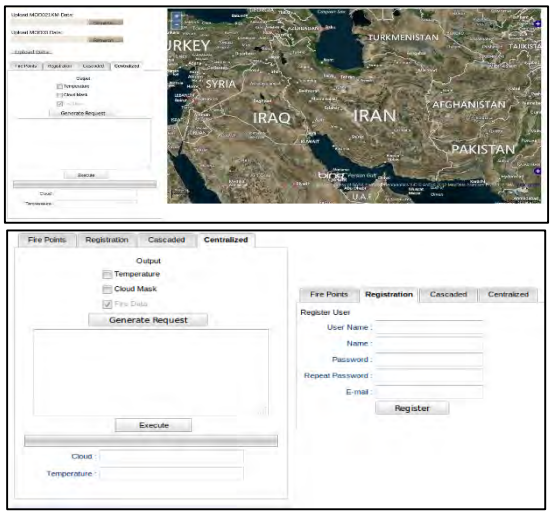
www.SID.ir

Archive of SID

• درنهایت با دراختیار داشتن دمای درخشندگی باندهای ۲۲ و ۳۱ و ماسک ابر و ماسک آب می‌توان نقاط آتش‌سوزی را استخراج نمود. بدین منظور سرویس مرکزی Fire_Detection_Engine آخرین سرویس پردازشی یعنی Fire_Detection را با تامین ورودی‌های نامبرده فراخوانی می‌کند.

۵- نتایج عملی و ارزیابی

به منظور پیاده‌سازی معماری پیشنهادی سیستمی طراحی و پیاده‌سازی شده است که در آن امکان بارگذاری داده‌های ماهواره‌ای MODIS موجود می‌باشد. شروع فرایند پردازشی بر روی تصاویر MODIS از زمانی آغاز می‌شود که داده‌ها در پایگاه داده ذخیره شوند. در این تحقیق هر دو معماری پیشنهادی متمرکز و آبشاری پیاده‌سازی شده است و یک مخدوم ساده (شکل ۷) برای نمایش خروجی پردازش‌های تصاویر ماهواره‌ای نیز بکار رفته است که قابلیت‌های در نظر گرفته شده در این سیستم از طریق این مخدوم قابل عرضه و بکارگیری است.



شکل ۷ - مخدوم سیستم بارگذاری داده‌های MODIS و تشخیص آتش‌سوزی - رابط کاربری برای سرویس WNS

علاوه‌بر امکان بارگذاری تصاویر MODIS و کشف و نمایش نقاط آتش‌سوزی(شکل ۷ پایین سمت چپ)، در این سیستم از سرویس استاندارد WNS برای انتشار نقاطی که از تصاویر MODIS بدست آمده، استفاده شده است که این نقاط به کاربرانی که در سیستم ثبت شده‌اند ارسال می‌گردد. بدین منظور برای ثبت کاربر در سیستم از درخواست RegisterUser و برای ارسال هشدار از درخواست DoNotification استفاده شد که در قسمت مخدوم نیز واسطی برای این منظور ارائه شده است (شکل ۷ پایین سمت راست).

۵-۱- بارگذاری و ذخیره‌سازی داده‌ها

از طریق این پرتال مکانی داده‌های MODIS در پایگاه داده بارگذاری می‌گردد. برای تامین داده‌های مورد نیاز برای استخراج نقاط آتش‌سوزی داده‌های MOD021KM - Level 1B Calibrated Radiances - 1km به منظور استخراج باندهای انعکاسی و حرارتی و MOD03 - Geolocation - 1km برای استخراج اطلاعات زمین‌مرجع-سازی داده‌های MODIS به ازای هر پیکسل از سنجنده Terra و یا داده‌های با پیشوند MYD021KM و MYD03 از سنجنده AQUA در قالب hdf بارگذاری می‌گردد (شکل ۸). داده‌های بارگذاری شده در یک ساختار سلسله-مراتبی براساس تاریخ اخذ داده که از نام داده بدست می-آید در پایگاه داده ذخیره می‌گردد.

شکل ۸- ارسال داده‌ها به سیستم برای اجرای پردازش

پس از بارگذاری داده‌های MODIS با قالب HDF، باید باندهای MODIS از هم تفکیک شود و امکان دسترسی سرویس WCS به این داده‌ها فراهم گردد. برای تفکیک باندهای داده‌های MODIS از نرم‌افزار R و ابزار GDAL در قالب سرویس WPS استفاده شد که طی آن هر داده‌ی HDF به مجموعه‌ی تصاویر GeoTIFF تبدیل شده و توسط سرویس WPS در سرویس WCS ذخیره می‌گردد. سرویس استاندارد WPS توسعه داده شده توسط گروه 52° North این امکان را می‌دهد که خروجی‌های پردازش را در یکی از سرویس‌های WMS، WFS و یا WCS ذخیره نمود. برای این منظور کافیست که تنظیمات سرویس‌های داده‌ای نامبرده از قبیل آدرس و Port سرویس در نرم‌افزار خادم سرویس WPS

www.SID.ir

Archive of SID

صورت پذیرد. برای ذخیره‌سازی خروجی این پردازش در سرویس WCS، قالب خروجی پردازش در سند Execute با پارامتر application / WCS مشخص می‌گردد. در سمت مخدوم طراحی شده ابزاری برای انتخاب و بارگذاری داده‌های MODIS برای اجرای پردازش آتش‌سوزی ارائه شده است. برای سنجش قابلیت کل سیستم داده‌های تاریخ ۵ دسامبر سال ۲۰۱۰ از سنجنده‌های AQUA و TERRA برای هر دو گذر این سنجنده‌ها استفاده شده است.

۵-۲- اجرای زنجیره‌ی پردازش‌های استخراج نقاط آتش‌سوزی

پس از اتمام فرایند بارگذاری داده‌های MODIS و همچینین فرایند استخراج باندهای داده‌های MODIS و تغذیه در سرویس استاندارد WCS، وظیفه‌ی GeoPortal Central Module است که سند Execute را برای اجرای زنجیره‌ی سرویس‌های مکانی ایجاد و فراخوانی نماید. در صورتیکه هدف اجرای زنجیره‌ی آبشاری پردازش‌های مکانی باشد یک سند xml اجرای پردازش تشخیص آتش-سوزی تهیه می‌گردد که در آن درخواست‌های GetCoverage درون درخواست‌های Execute کدگذاری شده است و همچنین تعدادی از درخواست‌های Execute نیز بصورت آبشاری درون درخواستی دیگر کدگذاری می-گردد. قسمتی از درخواست اجرای پردازش ماسک ابر در شکل ۹ نشان داده شده است که در آن درخواست اجرای پردازش محاسبه‌ی دمای درخشندگی فراخوانی شده و داده‌های مورد نیاز نیز از طریق یک آدرس URL در اختیار سرویس قرار گرفته است.

```
<wps:Input>
 <ows:Identifier xmlns:ns1="…
">Temperature_of_EV_1KM_Emissive_b32</
ows:Identifier>
<wps:Reference
xlink:href="http://localhost:8080/wps/
WebProcessingService"
mimeType="image/tiff">
<wps:Body>
<wps:Execute service="WPS"
version="1.0.0">
<ows:Identifier>org.n52.wps.server.r.B
rightnessTemperature</ows:Identifier>
<wps:DataInputs>
```

شکل ۹ – قسمتی از درخواست آبشاری ماسک ابر

بدلیل محدودیت‌های موجود در این معماری، بکارگیری معماری متمرکز برای بهره‌مندی بیشتر از قابلیت‌های سرویس WPS سودمندتر به نظر می‌رسد. برای مثال در معماری آبشاری تنها یک خروجی ممکن است که بازیابی گردد که در اینجا همان نقاط آتش‌سوزی خواهد بود. اما در معماری متمرکز می‌توان خروجی پردازش‌های میانی را در صورت نیاز بازیابی نمود که در شکل ۱۰ مشاهده می‌گردد که می‌توان دمای درخشندگی و ماسک ابر را به همراه نقاط آتش‌سوزی بازیابی نمود. سپس براساس پارامترهای ورودی و خروجی درخواست استاندارد اجرای پردازش کشف آتش‌سوزی تشکیل می‌گردد. در ضمن در درخواست Execute با جایگذاری مقدار true برای پارامتر status این امکان وجود دارد که از مکانیزم Pull model در ساختار سرویس WPS استفاده نمود که درصد پیشرفت پردازش را با ارسال درخواست گزارش می-دهد.

```
<wps:ResponseForm>
  <wps:ResponseDocument
storeExecuteResponse="true"
status="true">
    <wps:Output asReference="true">
      <ows:Identifier>Fire_Points</ows
:Identifier>
    </wps:Output>
  </wps:ResponseDocument>
</wps:ResponseForm>
```

شکل ۱۰ - تعیین وضعیت پیشرفت پردازش

زمانی‌که از مکانیزم Pull model استفاده می‌شود باید بطور تناوبی درخواست ارسال گردد تا در نهایت خروجی نهایی ارائه گردد. بدین منظور با اولین ارسال سند درخواست Execute سندی تحت عنوان ExecuteResponse فراهم می‌شود که در این سند دو پارامتر statusLocation و Status اهمیت دارند. statusLocation حاوی یک آدرس URL می‌باشد که می-توان از طریق بازیابی چندباره‌ی آن از وضعیت پردازش و خروجی نهایی آگاهی یافت. بازیابی این آدرس تا زمانی‌که پردازش صد در صد تکمیل گردد باید ادامه یابد. اما در قسمت Status عبارتی که نشان‌دهنده‌ی وضعیت پردازش است ارائه می‌شود که در اولین درخواست Process Accepted در این قسمت توسط سرویس نوشته می‌شود (شکل ۱۱).

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲ - مخدوم تعیین پارامترهای اجرای پردازش و همچنین گزارش وضعیت پردازش

قسمتی از سندی که مطابق شکل ۱۴ برای اجرای پردازش در سمت مخدوم تولید و به خادم WPS ارسال می‌گردد در شکل ۱۵ نشان داده شده است. در این XML درخواست شده که خروجی‌ها در سمت خادم ذخیره شده (storeExecuteResponse="true") و یک URL از آن در پاسخ ارائه گردد(asReference="true"). در ضمن با قید پارامتر"status="true امکان آگاهی از وضعیت پردازش نیز در این فراخوانی فراهم شده است.

```
<wps:ResponseForm>
                    <wps:ResponseDocument
storeExecuteResponse="true"
status="true">
          <wps:Output  asReference="true"
mimeType="image/geotiff">
           <ows:Identifier>Temperature</o
ws:Identifier>
                              </wps:Output>
          <wps:Output  asReference="true"
mimeType="image/geotiff">
           <ows:Identifier>Cloud_Mask</ow
s:Identifier>
                              </wps:Output>
          <wps:Output  asReference="true"
mimeType="text/xml;
subtype=gml/3.0.0">
           <ows:Identifier>Fire_Points</o
ws:Identifier>
                              </wps:Output>
                    </wps:ResponseDocument>
  </wps:ResponseForm>
```

شکل ۳ - قسمت ResponseForm سند ExecuteDocument

در این پیاده‌سازی از تصاویر گذر ساعت ۱۸:۴۵ برای ماهواره‌ی Terra و ساعت ۹:۰۰ برای ماهواره‌ی Aqua در تاریخ ۵ دسامبر سال ۲۰۱۰ برای ارزیابی سیستم ارائه شده استفاده شد که در شکل ۱۶ ماسک ابر، دمای درخشندگی و باند ۲۲ این گذر را مشاهده می‌کنید.

```
<ns:Status        creationTime="2014-04-
07T13:27:03.791+04:30"><ns:ProcessAcce
pted>Process
Accepted</ns:ProcessAccepted></ns:Stat
us></ns:ExecuteResponse>
```

شکل ۱۱- سند ExecuteResponse در پاسخ به اولین درخواست

در ادامه‌ی این فرایند باید URL اشاره شده در قسمت statusLocation بازیابی گردد تا به تناوب درمورد وضعیت پردازش اطلاع‌رسانی صورت پذیرد. در این حالت در قسمت Status پارامتر ProcessStarted را نمایش می‌دهد (شکل ۱۲).

```
<ns:Status        creationTime="2014-04-
07T13:27:03.791+04:30">
                    <ns:ProcessStarted
percentCompleted="43"/>
  </ns:Status>
</ns:ExecuteResponse>
```

شکل ۱۲ - سند ExecuteResponse در حین پردازش

برای نمایش درصد انجام پردازش نیز عبارت percentCompleted بکار می‌رود که در شکل ۱۳ نمایش داده شده است.

```
<ns:Status creationTime="2014-04-
07T13:27:03.791+04:30">
<ns:ProcessStarted
percentCompleted="100"/></ns:Status></
ns:ExecuteResponse>
```

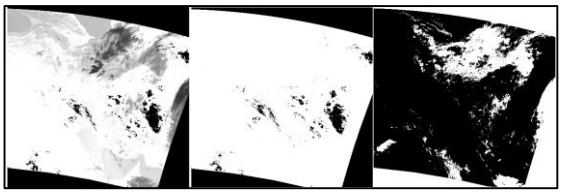
شکل ۱ - سند ExecuteResponse تکمیل پردازش

با دریافت مقدار صد در صد برای وضعیت پردازش می‌توان برای آخرین بار آدرس مربوطه را بازیابی نمود و سند پاسخ نهایی را دریافت نمود. با آخرین بازیابی مقادیر تعبیه شده در پارامتر Status در سند پاسخ از ProcessStarted و percentCompleted به همراه درصد به ProcessSucceeded و Process successful تغییر می‌کنند که نشان‌دهنده‌ی اجرای موفقیت‌آمیز پردازش می‌باشد که در صورتیکه مقدار true برای عبارت asReference درخواست شده باشد یک آدرس URL برای بازیابی خروجی نهایی پردازش ارائه می‌شود.

همانطور که در توضیحات سرویس WPS اشاره شده بود، برای بازیابی چندین خروجی از سرویس WPS در قسمت ResponseForm سند XML که برای فراخوانی درخواست Execute ارسال می‌گردد باید از پارامتر ResponseDocument استفاده نمود(شکل ۱۴).

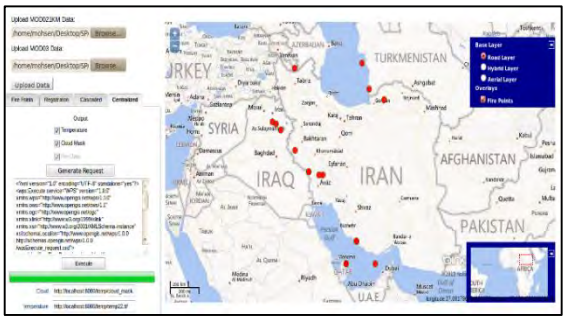
www.SID.ir

Archive of SID



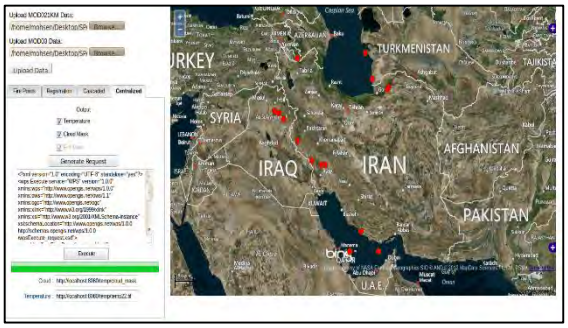
شکل ۴ - ماسک ابر، دمای درخشندگی و باند ۲۲

نقاط آتش‌سوزی مستخرج از پردازش تصاویر ماهواره‌ای MODIS در نهایت در سمت مخدوم نمایش داده می‌شود. همانطورکه در شکل ۱۷ مشاهده می‌گردد این نقاط زمانی‌که اجرای پردازش بطور کامل انجام پذیرفت و بعبارتی صد در صد شد، ضمن نمایش نقاط آتش‌سوزی برروی نقشه‌ی ارائه شده از کشور، در صورت نیاز ماسک ابر و دمای درخشندگی محاسبه شده نیز بصورت یک آدرس URL فراهم می‌گردد.



شکل ۵ - نمایش نقاط آتش، ماسک ابر و دمای درخشندگی گذر ۰۹:۰۰ ۵ دسامبر ۲۰۱۰ سنجنده‌ی Aqua

در شکل ۱۸ نیز خروجی پردازش تصاویر ماهواره‌ای سنجنده‌ی MODIS از ماهواره‌های Terra نمایش داده شده است که نقاط آتش‌سوزی را برای آتش‌سوزی مناطق مختلف در ساعت ۱۸:۲۵ برای ماهواره‌ی Terra در تاریخ ۵ دسامبر سال ۲۰۱۰ را نمایش می‌دهد.



شکل ۶ - نمایش نقاط آتش، و ارائه ماسک ابر و دمای درخشندگی گذر ۱۸:۲۵ ۵ دسامبر ۲۰۱۰ ماهواره‌ی Terra

نقاط نمایش داده شده تحت این سیستم برای آتش‌سوزی‌های مناطق مختلف ایران در تاریخ ۵ دسامبر سال ۲۰۱۰ برای دو گذر Aqua و Terra تقریبا نقاط مشابهی را نشان می‌دهد. این نقاط در مناطق مربوط به استان گلستان آتش‌سوزی تاریخ ۱۴ آذر سال ۱۳۸۹ را نشان می‌دهد که در تحت هر دو گذر ثبت شده است. سایر نقاط نشان داده شده در کشور در صورت عدم ارتباط به یک آتش‌سوزی واقعی می‌تواند به سکوهای نفتی مربوط باشد که در صورت حذف محدوده‌ی مختصات این سکوها از نقاط نهایی محتمل‌ترین نقاط آتش‌سوزی فعال بدست می‌آید. برای حذف نقاط غیرآتش‌سوزی واقعی مربوط به سکوهای نفتی کافیست ماسکی شامل مختصات تقریبی این سکوها اعمال نمود که در آن پیکسل‌های در محدوده‌ی سکوهای نفتی حذف گردند. در این صورت تنها نقاط آتش‌سوزی محتمل واقعی نمایش داده خواهد شد. برای مثال در تاریخ ذکر شده نقاطی در استان گلستان از تصاویر MODIS بعنوان نقاط آتش‌سوزی باقی می‌ماند (شکل ۱۹).

شکل ۷ – نمایش‌نقاط‌آتش‌سوزی باماسک‌مختصات سکوهای نفتی

همانطورکه در شکل‌های ۱۷ و ۱۸ نشان داده شده است امکان بکارگیری انواع نقشه‌های مبنایی با استفاده از ابزار OpenLayers برای این سیستم وجود دارد که در این شکل‌ها بعنوان نمونه Bing Map و Bing Terrain بکار گرفته شده است. درضمن باتوجه با اینکه از سرویس WNS نیز در این سیستم استفاده شده است (شکل ۷) می‌توان با ثبت کاربر در این سیستم نقاط را به آدرس الکترونیکی کاربران ارسال نمود.

۶ – نتیجه‌گیری

بکارگیری تصاویر ماهواره‌ای در حیطه‌ی علوم زمینی بخصوص در زمینه‌ی مدیریت بحران بسیار حائز اهمیت و سودمند می‌باشد که بدلیل حجم بالا و پردازش‌های پیچیده نیازمند زیرساختی توزیع یافته مبتنی بر معماری

www.SID.ir

Archive of SID

سرویس‌گرا خواهد بود. در این مقاله نیز سعی شده است با ترکیب سرویس‌های پردازشی و داده‌ای ساده‌تر کاربردی پیچیده‌تر را ارائه نمود. برای ترکیب سرویس‌های مکانی استاندارد WPS دو راهکار مبتنی بر سند BPEL و یا بکارگیری سرویس WPS بعنوان ابزار ترکیب نام برده است. بدلیل تفاوت‌های اساسی سرویس‌های مکانی با سرویس‌های مبتنی بر پروتکل‌های SOAP/WSDL بکارگیری سند BPEL دچار محدودیت‌هایی هم از لحاظ تئوری و هم از لحاظ فنی می‌باشد. عدم پشتیبانی اجباری از سند WSDL و پروتکل SOAP توسط سرویس‌های OGC از مهم‌ترین محدودیت‌های سند BPEL می‌باشد. همچنین مشکلات فنی تبادل داده‌های باینری در قالب فرمت XML بخصوص برای وب‌سرویس‌های مبتنی بر تصویر مانند WMS و WCS از دیگر محدودیت‌های این روش می‌باشد. همچنین بدلیل استفاده از پروتکل SOAP امکان بکارگیری فراخوانی آبشاری در روش BPEL وجود ندارد.

بدین ترتیب سرویس WPS برای ترکیب سرویس‌های مکانی مورد استفاده قرار گرفت. استاندارد WPS برای ترکیب سرویس مکانی دو راهکار را پیشنهاد می‌کند که هر دوی این راهکارها در این تحقیق پیاده‌سازی و ارزیابی شد. هرکدام از راهکارهای آبشاری و متمرکز برای ترکیب سرویس‌های مکانی مزایای خاصی را ارائه می‌کنند که به اختصار شرح داده شده است:

- برای مدیریت خطاها در جریان اجرای زنجیره‌ی سرویس‌ها، معماری متمرکز قادر به ارسال به‌لحظه و دقیق پیغام‌ها می‌باشد که در معماری آبشاری به دلیل پیچیدگی ارتباطات دقت اطلاع‌رسانی کاهش یافته یا از دست می‌رود.
- برای آگاهی از وضعیت پردازش و درصد پیشرفت زنجیره در معماری آبشاری بدلیل بکارگیری خروجی در قالب RawDataOutput این امکان وجود ندارد، ولی رویکرد متمرکز با بهره‌مندی از سند ExecuteResponseDocument و الگوهای ارتباطی Pull Model و Push Model این قابلیت را فراهم می‌کند.
- در رویکرد آبشاری داده‌ها فقط در صورت لزوم انتقال می‌یابد در حالیکه رویکرد متمرکز با افزونگی انتقال داده بدلیل تعاملات متعدد بین سرویس‌ها مواجه است که برای مقابله با آن می‌توان از ارجاع داده با URL و یا بکارگیری حالت ترکیبی با رویکرد آبشاری استفاده نمود.
- در رویکرد متمرکز امکان ذخیره‌سازی خروجی هرکدام از پردازش‌های میانی یا نهایی با استفاده از ExecuteResponceDocument میسر می‌باشد درحالیکه در رویکرد آبشاری تنها خروجی نهایی بصورت RawDataOutput فراهم می‌گردد.
- در رویکرد متمرکز با استفاده از سرویس WPS از آنجاکه کل زنجیره در قالب یک سرویس کدنویسی می‌گردد برای تغییر زنجیره باید مجددا کل زنجیره کدنویسی گردد ولی در حالت آبشاری فقط سند درخواست Execute باید تغییر نماید.
- در رویکرد متمرکز در صورت تبادل مستقیم داده مدت اجرا و تکامل زنجیره افزایش می‌یابد درحالیکه در رویکرد آبشاری بدلیل بازیابی داده در لحظه‌ی نیاز، منجر به بهینگی اجرای پردازش می‌گردد.

فرایند زنجیره‌سازی در حوزه‌ی سرویس‌های مکانی بدلیل در نظر گرفتن مسائلی مانند حجم بالای داده‌های مکانی و نوع ذخیره‌سازی آن‌ها، ساختار و فرمت‌های متعدد موجود برای این داده‌ها، انواع پردازش‌های پیچیده در علوم و کاربردهای مختلف و همچنین ضرورت بکارگیری فناوری‌های نوین اطلاعاتی و ارتباطی در یک معماری توزیع‌یافته چالش‌ها و معضلات متعددی را با خود خواهد داشت. برای تحقیقات آتی می‌توان برای ارتقای سطح اتوماسیون و همچنین هوشمندی زنجیره از موتورهای ترکیب سرویس و سرویس کاتالوگ استفاده نمود که باید برای این منظور راهکارهای مناسبی برای چالش‌های پیش‌رو ارائه نمود.

مراجع

[1] B. Stollberg and A. Zipf, "Development of a WPS Process Chaining Tool and Application in a Disaster Management Use Case for Urban Areas," Urban and Regional Data Management: UDMS 2009 Annual, p. 269, 2009.

www.SID.ir

Archive of SID

[2] N. Alameh, "Service chaining of interoperable geographic information web services," Internet Computing, vol. 7, pp. 22-29, 2002.

[3] J. Harrison and M. Reichardt, "Introduction to OGC Web Services," ed: Open GIS Consortium, 2001.

[4] G. Percivall, "The OpenGIS® Abstract Specification-Topic 12: OpenGIS® Service Architecture Version 4.3," OpenGIS® Project Document, 2002.

[5] B. Schaeffer, "OGC OWS-6 Geoprocessing Workflow Architecture Engineering Report," OGC Public Engineering Report, 2009.

[6] M. Werling, "OGC OWS-5 GeoProcessing Workflow Architecture Engineering Report," Open Geospatial Consortium Inc., Wayland, MA, USA 34pp, 2008.

[7] V. Rautenbach, S. Coetzee, and A. Iwaniak, "Orchestrating OGC web services to produce thematic maps in a spatial information infrastructure," Computers, Environment and Urban Systems, vol. 37, pp. 107-120, 2013.

[8] A. Friis-Christensen, N. Ostländer, M. Lutz, and L. Bernard, "Designing service architectures for distributed geoprocessing: Challenges and future directions," Transactions in GIS, vol. 11, pp. 799-81 ,2007-8.

[9] N. Chen, L. Di, J. Gong, G. Yu, and M. Min, "Automatic Earth observation data service based on reusable geo-processing workflow," in International Conference on Earth Observation Data Processing and Analysis, 2008, pp. 72852E-72852E-12.

[10] B. Stollberg and A. Zipf, "OGC web processing service interface for web service orchestration aggregating geo-processing services in a bomb threat scenario," in Web and Wireless Geographical Information Systems, ed: Springer, 2007, pp. 239-251.

[11] B. Stollberg and A. Zipf, "Geoprocessing services for spatial decision support in the domain of housing market analyses," in Proceedings AGILE, 2008.

[12] C. Mayer, B. Stollberg, and A. Zipf, "Providing near real-time traffic information within spatial data infrastructures," in Advanced Geographic Information Systems & Web Services, 2009. GEOWS'09. International Conference on, 2009, pp. 104-111.

[13] S. S. Falke, Christoph; Fairgrieve, Scott; Robinson, Erin, "Air Quality & Health Scenario Engineering Report GEOSS Architecture Implementation Pilot " GEO Architecture Implementation Pilot, 2011.

[14] Z. Sun and P. Yue, "The use of Web 2.0 and geoprocessing services to support geoscientific workflows," in Geoinformatics, 2010 18th International Conference on, 2010 ,pp. 1-5.

[15] N. Chen, L. Di, G. Yu, and J. Gong, "Geo-processing workflow driven wildfire hot pixel detection under sensor web environment," Computers & Geosciences, vol. 36, pp. 362-372, 2010.

[16] A. Friis-Christensen, R. Lucchi, M. Lutz, and N. Ostländer, "Service chaining architectures for applications implementing distributed geographic information processing," International Journal of Geographical Information Science, vol. 23, pp. 561-580, 2009.

[17] P. Schut and A. Whiteside, "OpenGIS web processing service," OGC project document, 2007.

[18] A. Weiser and A. Zipf, "Web service orchestration of OGC web services for disaster management," in Geomatics Solutions for Disaster Management, ed: Springer, 2007, pp. 239-254.

[19] J. Basanow, P. Neis, S. Neubauer, A. Schilling, and A. Zipf, "Towards 3D spatial data infrastructures (3D-SDI) based on open standards—experiences, results and future issues," in Advances in 3D Geoinformation Systems, ed: Springer, 2008, pp. 65-86.

[20] F. Samadzadegan, M. Saber ,H. Zahmatkesha, and H. J. G. Khanlou, "An Architecture For Automated Fire Detection Early Warning System Based On Geoprocessing Service Composition," International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2013 SMPR ۵-۸ ,۲۰۱۳ October, Tehran, Iran, 2013.

www.SID.ir

Archive of SID

[21] P. A. Vretanos, "Web feature service implementation specification," Open Geospatial Consortium Specification, pp. 04-094, 2005.

[22] A. Whiteside and J. Evans, "Web coverage service (wcs) implementation specification," Open Geospatial Consortium, 2006.

[23] J. de La Beaujardiere, "Web map service implementation specification," Open GIS Consortium, vol. 82, 2002.

[24] I. Simonis and A. Wytzisk, "Web notification service," Open GIS Consortium Inc, 2003.

[25] L. Giglio, J. Descloitres, C. O. Justice, and Y. J. Kaufman, "An enhanced contextual fire detection algorithm for MODIS," Remote sensing of environment, vol. 87, pp. 273-282, 2003.

[26] C. Justice, L. Giglio, S. Korontzi, J. Owens, J. Morisette, D. Roy, et al" ,.The MODIS fire products," Remote Sensing of Environment, vol. 83, pp. 244-262, 2002.

[27] R. Smith, "Computing the Planck Function," Professional Paper, Yale University, 2005.

www.SID.ir