١١٥٨٩٩

دانشکده مهندسی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کامپیوتر (نرم افزار)

ارائه روشی کارا برای ترکیب کردن وب سرویس ها

توسط:

علی بیگلری

استاد راهنما:

دکترغلامحسین دستغیبی فرد

۱۳۸۸ /۵/ ۱۲

[illegible] اطلاعات و مدارک علمی ایران

[illegible]

خرداد ماه ۱۳۸۸

۱۱۵۸۹۹

به نام خدا

اظهارنامه

اینجانب علی بیگلری (۸۵۰۵۴۷) دانشجوی رشته‌ی مهندسی کامپیوتر گرایش نرم افزار دانشکده‌ی مهندسی و علوم کامپیوتر اظهار می‌کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظهار می کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام ونام خانوادگی: علی بیگلری

تاریخ و امضا: ۸۸/۳/۳۰

به نام خدا

ارائه روشی کارا برای ترکیب کردن وب سرویس ها

به وسیله ی:

علی بیگلری

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی

از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته:

مهندسی کامپیوتر-نرم افزار

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر غلامحسین دستغیبی فرد، استادیار بخش مهندسی کامپیوتر (رئیس کمیته) .....

دکتر احمد توحیدی، استادیار بخش مهندسی کامپیوتر .....

دکتر محمد هادی صدرالدینی ، استادیار بخش مهندسی کامپیوتر .....

خرداد ماه ۱۳۸۸

با سپاس از خداوند متعال،

این اوراق ناچیز را به پدر و مادرم تقدیم می کنم.

سپاسگزاری

با سپاس از ایزد یکتا، بدینوسیله لازم می دانم تا از استاد راهنمایم جناب آقای دکتر غلامحسین دستغیبی فرد، به خاطر حمایتهای بی دریغشان در جهت پیشبرد این پایان نامه تشکر نمایم. همچنین صمیمانه از جناب آقای دکتر احمد توحیدی و جناب آقای دکتر محمد هادی صدرالدینی به خاطر پیشنهادات ارزشمندشان قدردانی می کنم. از مرکز تحقیقات مخابرات ایران هم از بابت حمایت از پایان نامه اینجانب سپاسگزارم.

در پایان از تمامی اساتید گرامی و دوستانی که با راهنمایی های صمیمانه خود موجب دلگرمی من در انجام این پایان نامه شده اند کمال تشکر و امتنان را دارم.

چکیده

ارائه روشی کارا برای ترکیب کردن وب سرویسها

به وسیله ی:

علی بیگلری

امروزه ترکیب وب سرویس ها بصورت دستی با توجه به رشد روز افزون آنها در کاربرد های علمی و تجاری میسر نیست. با وجود تمام تلاش ها، ترکیب سریع و پویای وب سرویس ها، موضوعی چالش برانگیز است و رویکرد های مختلفی برای تعامل با آن پیشنهاد شده است. در این پایان نامه چارچوبی برای ترکیب وب سرویس ها ارائه شده که از چهار فاز تولید نقشه انتزاعی، عینی سازی نقشه، ارزیابی و اجرای نقشه عینی تشکیل گردیده است. در بیشتر چارچوب های مشابه، فاز عینی سازی بصورت متمرکز انجام می گیرد. اما در این پایان نامه یک روش توزیع شده برای فاز عینی سازی پیشنهاد شده است که از مزایای عینی سازی نقشه در سمت فرآهم کنندگان سرویس استفاده می نماید و نقش مهمی در کاهش پیچیدگی سیستم، داده کاوی و کم شدن حجم تبادل داده در شبکه دارد. این چارچوب بر روی یک برنامه ریز مسافرت مبتنی بر وب که سرویس های رزرو بلیط و رزرو هتل را فرآهم می کند پیاده سازی شده است.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۲- مقدمه ۲

۳- مروری بر وب سرویس ها ۶

۳-۱- پردازش توزیع شده ۶

۳-۲- وب سرویس ها ۷

۳-۳-SOAP ۱۱

۳-۳-۱- تاریخچه SOAP ۱۲

۳-۳-۲- مفاهیم طراحی ۱۲

۳-۳-۳- مدل پردازشی SOAP ۱۴

۳-۳-۴-SOAP Role ۱۵

۳-۳-۵-SOAP Fault ۱۸

۳-۳-۶- اسناد و RPC ۱۹

۳-۳-۷- الگو های تبادل پیام ۲۰

۳-۳-۸-SOAP Binding ۲۰

۳-۳-۹- ضمیمه های SOAP ۲۱

۳-۴-WSDL ۲۱

۳-۴-۱- نقش WSDL در معماری SOA ۲۲

۳-۴-۲- توسعه پذیری ۲۳

۳-۴-۳- یکپارچه کردن ارسال پیام و RPC ۲۴

۳-۴-۴- تفکیک قائل شدن میان اینکه سرویس چه می کند و چگونگی انجام آن ۲۵

۳-۴-۵- پشتیبانی از چندین پروتکل و روش انتقال ۲۵

۳-۴-۶- نبود ترتیب ۲۵

۳-۴-۷- نبود مفاهیم ۲۶

۳-۵-UDDI ۲۶

۳-۵-۱- نگاهی اجمالی به UDDI ۲۷

۳-۵-۲- شباهت با دفترچه تلفن ۲۷

۳-۵-۳- بایگانی تجاری UDDI ۳۲

۴- مروری بر تحقیقات پیشین ۳۵

۴-۱- ترکیب وب سرویس ها ۳۵

۴-۲- ترکیب وب سرویس ها با استفاده از روش های هوش مصنوعی ۳۶

۴-۲-۱- حساب وضعیت ۳۷

۴-۲-۲- زبان تعریف محدوده برنامه ریزی (PDDL) ۳۸

۴-۲-۳- برنامه ریزي مبتني بر قانون ۳۹
۴-۲-۴- ديگر روش ها ۴۰
۴-۲-۵- اثبات تئوري ۴۱
۴-۳- ترکیب وب سرویس ها با استفاده از جریان های کاری ۴۱
۴-۳-۱- الگوي ترکیب سرویس ۴۲
۴-۳-۲- الگوي کشف سرویس ۴۵
۴-۳-۳- اجراي سرویس مرکب ۴۷
۴-۴- مروری بر چارچوب های مرتبط ۵۲

۵- چارچوب پیشنهادی ۵۹

۵-۱- چند تعریف ۵۹
۵-۲- معایب چارچوب های با مقید سازی متمرکز ۶۰
۵-۲-۱- نیاز به ارسال حجم زیادي از اطلاعات ۶۰
۵-۲-۲- پیچیدگي طراحي سیستم ترکیب سرویس ۶۰
۵-۲-۳- عدم دسترسي به اطلاعات کافي ۶۰
۵-۳- مزایای مقید سازی در سمت فرآهم کنندگان ۶۱
۵-۳-۱- سازگاري با دنیاي واقعي ۶۱
۵-۳-۲- تبلیغ اختصاصي ۶۱
۵-۳-۳- انقیاد سرویس توسط خبرگان در این زمینه ۶۲
۵-۳-۴- قابلیت استفاده براي داده کاوي ۶۳
۵-۴- مراحل فرآیند ترکیب ۶۳
۵-۴-۱- تولید نقشه انتزاعي ۶۳
۵-۴-۲- عیني سازي نقشه انتزاعي ۶۴
۵-۴-۳- ارزیابي نقشه هاي عیني ۶۴
۵-۴-۴- اجراي سرویس ترکیبي ۶۵
۵-۵- مقایسه معماری پیشنهادی با روش های موجود ۶۵
۵-۶- نیازمندی های جدید ۶۶
۵-۶-۱- سرویس هاي مشاور ۶۶
۵-۶-۲- سند SCS ۶۶
۵-۷- معماری سیستم پیشنهادی ۶۷
۵-۷-۱- واسط گرافیک کاربر (GUI) ۶۷
۵-۷-۲- تولید کننده نقشه انتزاعي ۶۸
۵-۷-۳- ارزیابي کننده ۶۸
۵-۷-۴- موتور اجرایي ۶۸
۵-۷-۵- توزیع کننده ۶۸
۵-۷-۶- سرویس مشاور ۶۸
۵-۷-۷- انبار سرویس ۶۹

۶- پیاده سازی، نتیجه گیری و پیشنهادات ۷۱

۶-۱- نرم افزار های مورد استفاده ۷۱
۶-۲- نمایی از نرم افزار ۷۲
۶-۳- نتیجه گیری ۷۵
۶-۴- پیشنهادات ۷۶
فهرست ها ۷۸
فهرست منابع ۷۸
فهرست لغات ۸۲

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۴-۱ . مقایسه چارچوب های موجود با چارچوب پیشنهادی ۶۵
جدول ۵-۱ . فهرست تعدادی از بسته های نرم افزاری موجود در PHP که از وب سرویس ها پشتیبانی می کنند. ۷۱

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱ . تفاوت های طراحی بین a) یک کاربرد یکپارچه با توانمندی های یکپارچه شده با آن. b) یک کاربرد توزیع شده با استفاده از توانمندی های مبتنی بر وب سرویس..... ۷
شکل ۲-۲ . ارسال و دریافت پیام به وب سرویس برای ایجاد کاربرد محاسبه افزایش ارزش سهام ۹
شکل ۲-۳ . روابط بین SOAP، WSDL و UDDI ۱۱
شکل ۲-۴ . اجزای تودرتوی یک پیام SOAP ۱۳
شکل ۲-۵ . مسیر پیام SOAP ۱۴
شکل ۲-۶ . ارسال بسته ها با استفاده از پروتکل های متفاوت ۲۰
شکل ۲-۷ . های بین a) دفترچه تلفن و b) بایگانی UDDI ۳۰
شکل ۲-۸ . نمونه ای از نقش های موجود در طی تبادلات با بایگانی UDDI ۳۱
شکل ۳-۱ . ترکیب سرویس های ارائه شده توسط شرکت های مختلف و ایجاد یک سرویس پیشنهادی دیگر ۳۶
شکل ۳-۲ . عناصر اولیه ترکیب وب سرویس ۴۳
شکل ۳-۳ . مثالی از تشخیص جریان کنترل با استفاده از نمودار وضعیت ۴۴
شکل ۳-۴ . اجزای اولیه کشف سرویس ۴۶
شکل ۳-۵ . عنصر های پایه اجرای سرویس با اختیار مرکزی ۴۸
شکل ۳-۶ . مثالی از اجرای متمرکز سرویس Travel Solution ۴۹
شکل ۳-۷ . عناصر اولیه اجرای سرویس نقطه به نقطه ۵۰
شکل ۳-۸ . مثالی از اجرای سرویس توزیع شده Travel Solution ۵۱
شکل ۳-۹ . ساختار موتور E-Flow ۵۳
شکل ۳-۱۰ . . تفاوت زمانی بین اجرای نقطه به نقطه و اجرای متمرکز ۵۳
شکل ۳-۱۱ . معماری کلی ارائه شده توسط Rao ۵۴
شکل ۳-۱۲ . معماری DartFlow ۵۶
شکل ۳-۱۳ . معماری داخلی N-TCSM ۵۷
شکل ۴-۱ . نمونه ای از تبلیغ اختصاصی..... ۶۲
شکل ۴-۲ . مراحل فرآیند ترکیب ۶۳
شکل ۴-۳ . اجزای داخلی سیستم ۶۷
شکل ۵-۱ . مرحله اول از فرآیند تولید نقشه انتزاعی ۷۲
شکل ۵-۲ . مر حله دوم از فرآیند تولید نقشه انتزاعی ۷۳
شکل ۵-۳ . نمایش نقشه نهایی و انتخاب علاقه مندی کلی..... ۷۴
شکل ۵-۴ . نمونه ای از نقشه های عینی شده..... ۷۴
شکل ۵-۵ . نمایش نتایج اجرا به کاربر ۷۵

فهرست اختصارات

A2A	Application-to-Application
B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Consumer
BPEL	Business Process Execution Language
BPEL4WS	Business Process Execution Language for Web Services
CSDL	Composite Service Definition Language
CSSL	Composite Service Specification Language
ebXML	e-business XML
ECA	Event-Condition-Action
ECBS	Electronic Commerce Broker Service
EIG	External Interactions Gateway
ERP	Enterprise Resource Panning
HTN	Hierarchical Task Network
IDL	Interface Description Language
MEP	Message Exchange Patterns
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions
MOM	Message-Oriented Middleware
MTOM	Message Transmission Optimization Mechanism
OBI	Open Buying on the Internet
OMG	Object Management Group
ORB	Object Request Broker
PDDL	Planning Domain Definition Language
QoC	Quality of Composition
QoS	Quality of Service
RMI	Remote Method Invocation
RPC	Remote Procedure Call
SCS	Service Composition Specification
SOA	Service Oriented Architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol
SSL	Secure Sockets Layer
UBR	UDDI Business Registry
UDDI	Universal Description, Discovery, and Integration
VAN	Value-Added Network
VWS	Virtual Web Service
WFMS	Commercial Workflow Management System
WSCL	Web Service Conversation Language
WSDL	Web Services Description Language
XML	Extensible Markup Language
XOP	XML-binary Optimized Packaging

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

امروزه با مقبولیت اینترنت و کاربرد های مبتنی بر اینترنت، دنیایی از کاربرد های تجاری گسسته ایجاد شده که از تکنولوژی مشترکی استفاده می کنند ولی با هم رابطه ای ندارند. رشد درخواست صنایع برای B2B، کاربرد-به-کاربرد[1] (A2A) و ارتباطات بین فرآیندهای کاربردی منجر به رشد معماری سرویس گرا گردیده است. کاربردهای سرویس گرا ارائه کاربردهای تجاری را بصورت اجزاء سرویس، تسهیل می نمایند و کاربردهای تجاری سایر شرکت ها را قادر می سازند تا بدون دخالت انسان به سرویس ها متصل شوند. قدرت این معماری، همکاری بین کاربرد های تجاری و فرآیند ها را هم فراهم می کند. مدل معماری سرویس گرا با استفاده از استاندارد های قدرتمندی از قبیل XML تحویل سرویس های اینترنتی را تسهیل نموده است.

این مدل با ارائه اجزاء کاربردی پایه ای و در دسترس قرار دادن آن برای همه کاربردها، سکو ها، وسایل و مکان ها از استانداردهایی مستقل از سکو های نرم افزاری استفاده می کند. امروزه معماری سرویس گرا بخوبی برای پیاده سازی ها پذیرفته شده و معمولاً به وب سرویس ها ارجاع دارد. این روش ارتباط بین کاربرد ها و مجموعه ای از تکنولوژی های فعال سرویس و استاندارد های باز را فراهم می کند و با انتشار سرویس ها در مکان های ثبت اینترنتی قدرتمندتر هم می شود. این مسئله باعث تعریف دوباره و تغییر شکل طریقه ارتباط تجاری در اینترنت شده است. این تکنولوژی جدید دیدی را از نسل بعدی مدل تجارت مجازی ارائه می دهد و پتانسیل نامحدودی برای همکاری تجاری سازمان ها و مدیریت فرآیندهای تجاری اینترنتی فراهم می کند

ظهور وب سرویس ها، رویکرد جدیدی را برای تبادل داده بر پایه تکنولوژی ها و استاندارد های باز مطرح نمود. وب سرویس ها با استفاده از استاندارد های صنعتی کاربرد ها را بسته بندی کرده و بعنوان سرویس منتشر می کنند. این سرویس ها داده هایی را تحویل می دهند که مبتنی بر XML است و می توان بصورت پویا محل آن را مشخص و تصویب نمود و در دسترس گستره وسیعی از سکو های پردازشی، وسایل دستی و کاربرد ها قرار داد. انعطاف پذیری استفاده از این استاندارد ها و پروتکل های باز باعث تسهیل در یکپارچه سازی کاربرد تجاری

[1] application-to-application

(EIA)، یکپارچه سازی تجارت-به-تجارت (B2B) و ارتباطات بین اینترنتی و اینترانتی کاربرد-به-کاربرد (A2A) شده است. معرفی وب سرویس ها در سازمان هایی که با کاربرد های ناهمگن و معماری های توزیع شده، استاندارد شدن مکانیزم ارتباطی آنها را در پی داشته و همکاری زبان های برنامه سازی سکو های متفاوت را ممکن ساخته است.

سرویس های مبتنی بر وب، کاربرد هایی پیمانه ای هستند که می توان آنها را از طریق وب درخواست نمود. امروزه بسیاری از شرکتها و سازمان ها فقط هسته تجاری خود را پیاده سازی می کنند و برای بسیاری از خدمات از سرویس های اینترنتی استفاده می کنند، بنابراین انتخاب و یکپارچه سازی موثر و کارآمد سرویس های نا همگن بین سازمانی نقش مهمی در توسعه کاربرد های مبتنی بر وب دارد.

در تحقیقات پیرامون وب سرویس ها، ابتکاراتی در زمینه زبان و سکوهای نرم افزاری[۲] ارائه شده تا ترکیب سیستم های ناهمگن به آسانی انجام گیرد. از این زبان ها می توان توصیف، کشف و یکپارچه سازی جهانی[۳] (UDDI)[1] ، زبان توصیف وب سرویس ها[۴] (WSDL)[2] پروتکل دسترسی به شی ساده[۵] (SOAP)[3] و قسمتی از DAML-S[۶] [4] را نام برد که راه هایی را برای کشف، توصیف و احضار وب سرویس ها فراهم می کنند. ابتکارات دیگری از جمله زبان اجرای فرآیند های تجاری برای وب سرویس ها (BPEL4WS) و DAML-S ارائه گردیده است که در ترکیب وب سرویس ها، در شرایطی که جریان فرآیند و رابطه بین سرویس ها از قبل مشخص است بکار می رود. با وجود این تلاش ها، هنوز ترکیب وب سرویس ها کاری بسیار پیچیده است و تا پیش از این بر توانایی انسان برای تعامل با کل فرآیند به صورت دستی نیاز داشت.

در فصل دوم به استاندارد های موجود در زمینه وب سرویس ها پرداخته شده است. در این فصل در ابتدا به پروتکل SOAP می پردازیم و تاریخچه، مفاهیم طراحی، مدل پردازشی، الگوی ارسال پیام و چگونگی اضافه کردن ضمیمه به بسته های SOAP را بیان می کنیم. پس از آن اسناد WSDL را شرح داده و ساختار آن را بررسی می نماییم و در انتها استاندارد های UDDI را شرح خواهیم داد.

---

[2] Platform
[3] Universal Description, Discovery, and Integration
[4] Web Services Description Language
[5] Simple Object Access Protocol
[6] DARPA Agent Markup Language for Services

فصل سوم به بررسی ترکیب وب سرویس ها اختصاص دارد و در آن مفاهیم اولیه ترکیب وب سرویس ها شرح داده شده است. در این فصل، در ابتدا روش های مبتنی بر هوش مصنوعی را به اختصار ذکر نموده ایم و پس از آن به مفاهیم مربوط به جریان های کاری پرداخته ایم. انتهای این فصل به تحقیات پیشین در زمینه ترکیب وب سرویس ها اختصاص دارد و تعدادی چارچوب مرتبط با چارچوب ارائه شده در این پایان نامه در آن ارائه شده است.

در فصل چهارم چارچوب پیشنهادی خود را معرفی نموده و ساختار معماری آن را بیان کرده ایم. در ابتدای این فصل مقایسه ای را بین این چارچوب و سایر چارچوب های موجود انجام داده ایم و شباهت ها و تفاوت های آنها را برشمرده ایم. پس از آن انگیزه ها و دلایل اهمیت چارچوب پیشنهادی خود را بیان نموده ایم و در ادامه ساختار داخلی معماری چارچوب پیشنهادی خود را شرح داده ایم.

در فصل پنجم یک پیاده سازی از چارچوب پیشنهادی خود را برای یک سیستم برنامه ریز مسافرت به تفضیل بیان نموده ایم. در ابتدای این فصل زبان های برنامه سازی مورد استفاده و دلایل استفاده از آنها را بیان نموده ایم. سپس مفاهیم سیستم برنامه ریز مسافرت و مراحل مختلف آن را شرح داده ایم. در انتهای این فصل نتیجه گیری پایان نامه ارائه شده و چند موضوع برای کارهای آینده پیشنهاد شده است.

فصل دوم

مروری بر وب سرویس ها

۲- مروری بر وب سرویس ها

وب سرویس ها اجزای نرم افزاری جدا از همی هستند که از طریق تکنولوژی های استاندارد اینترنتی ارائه می شوند. بطور خلاصه، وب سرویس ها کاربرد هایی خود تعریف و پیمانه ای هستند که منطق تجاری خود را بعنوان سرویس اینترنتی و از طریق واسط های قابل برنامه ریزی ارائه می دهند و از پروتکل های اینترنتی برای یافتن، تصدیق و احضار سرویس ها استفاده می کنند. در این فصل مقدمه ای از پردازش توزیع شده، مفاهیم اولیه وب سرویس ها و استاندارد های متداول این حوزه (SOAP، WSDL و UDDI) را شرح می دهیم.

۲-۱- پردازش توزیع شده

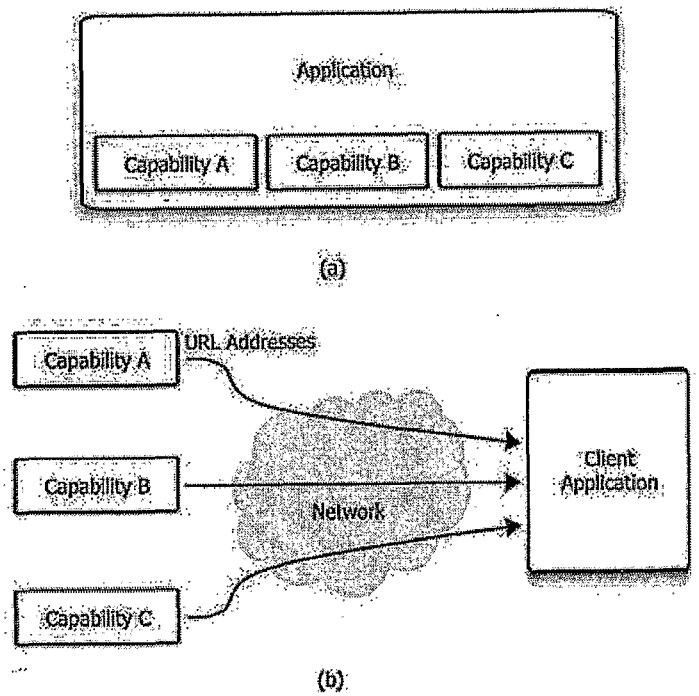
بعنوان تعریف، پردازش توزیع شده نوعی از پردازش است که در آن اجزاء یک کاربرد می توانند بر روی کامپیوتر های مختلفی که بوسیله شبکه بهم متصل شده اند قرار بگیرند. امروزه Sun Java RMI، OMG CORBA، Microsoft DCOM و Message-Oriented Middleware تکنولوژی های متداول پردازش توزیع شده هستند. با وجود تفاوت درمعماری طراحی و پیاده سازی، این تکنولوژی ها در محیط های هدف با مسائل یکسانی روبرو هستند.

تکنولوژی های پردازش توزیع شده از قبیل CORBA، RMI و DCOM در یکپارچه سازی محیط های همگن شبکه های محلی (LAN) کاملاً موفق بوده اند. با بوجود آمدن اینترنت بعنوان یک راه حل منطقی برای ارتباط محدوده های تجاری، درخواست برای همکاری کاربرد های بین شبکه ای هم بوجود آمد.

مشکل اصلی در یکپارچه سازی کاربردها در رویکرد بهم پیوسته که توسط CORBA، RMI و DCOM رهبری می شود این است که هر کدام از آنها، از بخش های جداگانه ای از جوامع توسعه دهنده که به سکوی خاصی وابسته اند تاثیر پذیرفته اند. توسعه دهنده گان در سکوی windows از DCOM استفاده می کنند، در حالی که توسعه دهندگان در سکوی UNIX از CORBA و RMI استفاده می کنند. تلاش های زیادی در این جوامع برای ارائه استاندارد های مشترک که بر روی قابلیت همکاری بین این پروتکل ها متمرکز باشد، انجام نشده و قدرت واقعی پردازش توزیع شده نادیده گرفته شده است.

۲-۲- وب سرویس ها

وب سرویس ها الگوی جدیدی را برای طراحی کاربرد ها ارائه داده اند. وب سرویس ها قابلیت هایی را که برای دیگر کاربرد ها (و یا حتی دیگر وب سرویس ها) موجود است را از طریق شبکه استاندارد، واسط ها و پروتکل ها پیاده سازی می کنند. یک کاربرد به سادگی می تواند وب سرویس را از طریق شبکه احضار نماید و از قابلیت های آن استفاده کند. وب سرویس ها، بلاک نرم افزاری قابل استفاده مجددی را ارائه می دهند که از طریق URL قابل آدرس دهی است. تفاوت های طراحی بین کاربرد های یکپارچه[۷] و کاربرد های مبتنی بر وب سرویس در شکل ۲-۱ نشان داده شده است.



شکل ۲-۱ . تفاوت های طراحی بین a) یک کاربرد یکپارچه با توانمندی های یکپارچه شده با آن. b) یک کاربرد توزیع شده با استفاده از توانمندی های مبتنی بر وب سرویس [5]

قابلیت های فراهم شده توسط وب سرویس را می توان به چند دسته تقسیم کرد که شامل موارد زیر است:

- توابع: مانند یک تابع برای محاسبه انتگرال.

[7] Monolithic