

Infrastruktur zur experimentellen Evaluierung von Konzepten im Internet der Dienste

Josef Spillner, Anne Kümpel, Iris Braun, Alexander Schill

{josef.spillner,anne.kuempel,iris.braun,alexander.schill}@tu-dresden.de

Abstract: Die Vision eines Internets der Dienste (*Internet of Services*, IoS) beinhaltet Forschungsthemen zwischen dienstorientierten Architekturen, Entwicklung von Diensten, Geschäftsmodellen und Mehrwertschaffung durch verwaltete Dienstkompositionen. Nach mehreren Jahren entwurfswissenschaftlicher Herangehensweise an die Definition brauchbarer Modelle, Methoden und Infrastrukturen wird zunehmend deutlich, dass es einen Bedarf an Experimentiersystemen gibt, um quantitative Ergebnisse zunehmend optimierter Ansätze erzielen und vergleichen zu können. Die SPACE-Plattform ist unser Beitrag, um Experimente auf realen IoS-Infrastrukturen aufzusetzen, durchzuführen und auszuwerten. Wir stellen die Plattform, eine passende Experimentierumgebung und ein exemplarisch durchgeführtes Experiment vor.

1 Motivation und Notwendigkeit

Im Internet der Dienste sollen über bisherige SOA-Konzepte hinaus weit verteilte, zuverlässige und flexibel nutzbare Dienste als Fundament für Mehrwehrtdienstleistungen und die Verarbeitung von Inhalten zur Verfügung stehen. Eine inhärente Heterogenität der eingesetzten Technologien sowie eine hohe Dynamik der Beschreibungen aller Dienstangebote sind die dadurch gebildeten Merkmale, die durch spezialisierte Dienstplattformen berücksichtigt werden müssen.

Obwohl es mittlerweile eine begrenzte Zahl an umgesetzten Dienstplattformen gibt, sind diese oft nur auf die Demonstration einzelner Konzepte ausgelegt. Es fehlt ein systematischer Ansatz für eine Plattform mit günstigen qualitativen Eigenschaften wie allgemeiner Verfügbarkeit, kontinuierlicher Weiterentwicklung sowie Erweiterbarkeit und Austauschbarkeit von Plattformbestandteilen. Mit einer solchen Plattform ließen sich weiterführende praxisrelevante Fragestellungen intuitiver darstellen, etwa über die Entwicklung von Szenarien, und anschließend über Versuchsanordnungen beantworten. Eine kleine Auswahl von aktuell durch IoS-fokussierte Forschungsvorhaben zu beantwortenden Fragen erlaubt einen Einblick in die Komplexität und Diversität internetbasierter Dienstleistungen:

- Wie können Dienste als in sich abgeschlossene Pakete unter Berücksichtigung ihrer Abhängigkeiten auf Dienstplattformen verteilt werden?

- Welche Struktur müssen Dienstgütereinbarungen (*Service Level Agreements*, SLAs) aufweisen, um die Selbstbelastung des Systems durch ausgeführte Überwachungsvorgänge zu minimieren?
- Auf welcher Granularitätsebene sollten Dienste mitsamt ihren funktionalen und nichtfunktionalen Eigenschaften beschrieben sein, um eine Komposition zur Laufzeit zu ermöglichen, ohne den Pflegeaufwand für die Beschreibungsdaten exorbitant zu erhöhen?

Viele dieser Fragen lassen sich nur bedingt mit theoretischen Betrachtungen beantworten. Vielmehr ist es notwendig, im Hinblick auf die Zielstellung einer Bildung vernetzter Dienstlandschaften konkrete Spezifikationen zu entwickeln und diese über Versuche auszuwerten. Diese Notwendigkeit hat uns bewogen, eine eigenständige modulare Dienstplattform zu konzipieren und zu entwickeln. Sie soll an dieser Stelle zuerst vorgestellt und von existierenden Ansätzen abgegrenzt werden. Anschließend wird ihr Nutzen anhand eines bereits durchgeführten Experiments zur Beantwortung der dritten Auswahlfrage gezeigt. Es folgt ein Ausblick mit Empfehlungen zur weiteren Nutzung in Forschung und Praxis.

2 Einordnung und verwandte Arbeiten

Die generelle Tendenz zur Überarbeitung langjährig genutzter Strukturen und Protokolle im Internet ist eindeutig. In jedem größeren Wirtschaftsraum sind dazu Initiativen gestartet worden, wie beispielsweise das schichtenübergreifende *Future Internet* der Europäischen Union. Die Existenz und weitere Entwicklung von Experimentiereinrichtungen ist dabei bereits vorgesehen, etwa durch FIRE [Gro09]. Test- und Simulationsumgebungen wie NS2 oder Panlab sind für die unteren Netzwerkschichten bereits zahlreich vorhanden und treten nunmehr in eine neue Generation ein [MSW09]. Für umfänglich beschriebene, verteilbare und handelbare Dienste in höheren Schichten existieren solche Ansätze hingegen kaum.

In [CP09] werden systematische Testverfahren serviceorientierter Architekturen vorgestellt. Die identifizierten Zielgruppen für die Nutzung experimentell erweiterbarer Plattformen beschränken sich darin jedoch auf Nutzer in Produktivsystemen wie Entwickler oder Administratoren. Mit Puppet [BAFP08] wird eine konkrete Testumgebung benannt, die jedoch auf spezielle Aspekte wie QoS-Garantien beschränkt ist und nicht zwischen Basisarchitektur und Testkomponenten trennt. Mit SecSE [The07] steht ein Modulbaukasten an Komponenten für die Entwicklung von Diensten bereit. Es fehlen jedoch Laufzeitbestandteile und eine integrierte Laufzeitplattform zur tatsächlichen Nutzung der entstehenden Dienste.

Die aufgezählten Einschränkungen motivieren die Schaffung einer dedizierten IoS-Laufzeitplattform mit Web-Service-Schnittstellen für die flexible Anbindung von Experimentierwerkzeugen sowie die grundlegende Skizzierung von Anforderungen an Experimentierumgebungen.

3 Service Platform Architecture for Contracting and Execution (SPACE)

Eine Infrastruktur zur Durchführung von kurzfristigen wie auch dauerhaften Experimenten im Internet der Dienste benötigt eine flexible, um Instrumentierungen erweiterbare Softwareplattform kombiniert mit einem leicht zugänglichen, hochverfügbaren und reproduzierbaren Dienstzugriff auf diese Plattform sowie einer Menge von Testdatensätzen zu Benutzern, Diensten, Verträgen und Aufrufen. Wir haben dazu als Grundlage die Dienstplattform *SPACE* vorgesehen [SS09b].

SPACE setzt sich aus verschiedenen Plattfordiensten zusammen. Diese implementieren dedizierte Funktionen wie die Verwaltung von Dienstbeschreibungen, die Überwachung der Dienstausführung und die Installation neuer Dienste. Der Aufbau der Plattfordienste folgt in der Regel dem in Abbildung 1 gezeigten Modell. Neben der programmatischen Schnittstelle existieren zumeist Datenbanken, Web-Oberflächen und automatisierbare Testtools. Desweiteren existieren eine begrenzte Zahl von Entwicklungswerkzeugen, beispielsweise ein Editor zur Festlegung von Preismodellen für Dienstaufrufe. Grundsätzlich ist die Kombination mit existierenden Werkzeugen wie IDEs zur Dienstentwicklung vorgesehen.

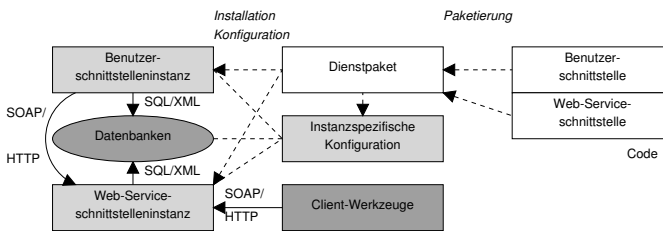


Abbildung 1: Struktur der SPACE-Plattfordienste

Komplementär zu den Plattfordiensten und weiteren Bestandteilen existiert eine Systemintegrationsschicht, um eine konfigurationsfreie schnelle und automatisierbare Installation auf einer Vielzahl von Rechnern zu ermöglichen. Dadurch wird die Zeit für den Aufbau eines Experiments signifikant reduziert. Durch die physische Verteilbarkeit der Ausführungsumgebung einer zentralen Plattforminstanz wird die Anforderung an eine realitätsnahe, skalierbare Plattform erfüllt. Weitere Anforderungen, die sich aus dem Nutzungskontext Internet der Dienste ergeben, umfassen eine benutzerfreundliche Verwaltung aller Angebots- und Konsumtionsvorgänge wie Deployment und Vertragsverwaltung sowie den Umgang mit heterogenen Diensttechnologien, z.B. Beschreibungen in WSDL, WSML oder USDL.

Für die Basisplattform sind als Plattfordienste eine Registry/Discovery, ein SLA-Manager, ein Bewertungsdienst, ein SLA-gesteuerter Monitor, eine vereinheitlichte Hostingumgebung und eine Zugriffskontrolle für die Dienstausführung entwickelt worden. Diese werden um interaktive Webanwendungen wie Vertragsverwaltung, Visualisierung von Monitoringdaten und geführter Bereitstellung von Diensten ergänzt. Die Kombinierbarkeit der Plattfordienste (*Platform Services*, PS) erlaubt die Ableitung anwendungsspezifischer Architekturen, wie in Abbildung 2 darge-

stellt. Somit lassen sich permanente Instanzen für Dienstportale ebenso erzeugen wie spezielle Experimentierumgebungen oder Live-Demonstratoren.

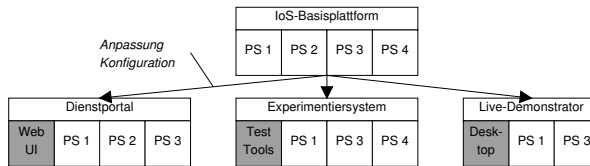


Abbildung 2: Basisarchitektur von SPACE und abgeleitete Architekturen

In Fall einer mit SPACE realisierten Experimentierumgebung kommt ein Repository mit Testdaten sowie die Nutzung von systemintegrierten Plattformdiensten auf virtuellen Maschinen zum Einsatz. Ein typischer Ablauf für wissenschaftliche Experimente wird in Abbildung 3 gezeigt. Außerhalb der Plattformgrenzen werden die Experimente gesteuert und die Ergebnisse für weitere Experimente gesichert. Die Versionierung öffentlich verfügbarer Quelltexte und Daten stützt dahingehend eine Verifizierbarkeit der Resultate, wobei normierte Umgebungsconfigurationen Gegenstand zukünftiger Forschung sind.

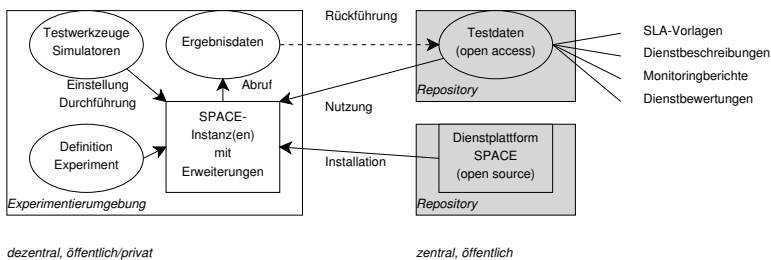


Abbildung 3: Typische Versuchsanordnung im Internet der Dienste

4 Nutzung als Experimentierplattform: Fallstudie

Durch die flexible Kombinierbarkeit der SPACE-Plattformdienste und den geringen Zeitaufwand für deren Installation konnten wir bereits mehrere kleinere Experimente zur Evaluierung der Plattform selbst, aber auch zur Prüfung der darauf angebotenen Dienste und erweiterter Konzepte durchführen. Eine Durchführung soll an dieser Stelle stellvertretend erläutert werden.

Das besagte Experiment sollte klären, ob und wie stark die in Dienstbeschreibungen und SLA-Dokumenten angegebenen Grenzwerte für nichtfunktionale Eigenschaften zur Laufzeit unter- bzw. überschritten werden können. Dazu sind 63 Java-Web-Services als Servlet-basierte Dienstpakete installiert worden. Neben den teilweise bereits in ihnen enthaltenen WSDL-Dateien wurden ihre nichtfunktiona-

len Eigenschaften dynamisch durch Monitoring- und Vorhersagedienste der Plattform bestimmt und über nachträglich registrierte WSM-Dateien repräsentiert. Desweiteren sind darauf basierend SLA-Vorlagen im Format WS-Agreement generiert worden [SS09a]. Nach mehreren Durchläufen ließen sich Aussagen über die Qualität der Dienste (durch Absolutwerte) und der Vorhersage (durch Abweichungen der Messungen von den Beschreibungen) treffen. Als neuer Plattformdienst wurde ein Metadaten-Korrelationsdienst (MDCS) eingeführt. Die abgerufenen Metadaten werden durch MDCS in einem Cache gehalten, um die Zahl der SOAP- und HTTP-Anfragen an die Quelldienste gering zu halten. Durch seine REST-Schnittstelle ist der MDCS wiederum für zukünftige Erweiterungen nachnutzbar, beispielsweise für die Visualisierung von Abweichungen zwischen beworbener und tatsächlich erzielter Dienstgüte.

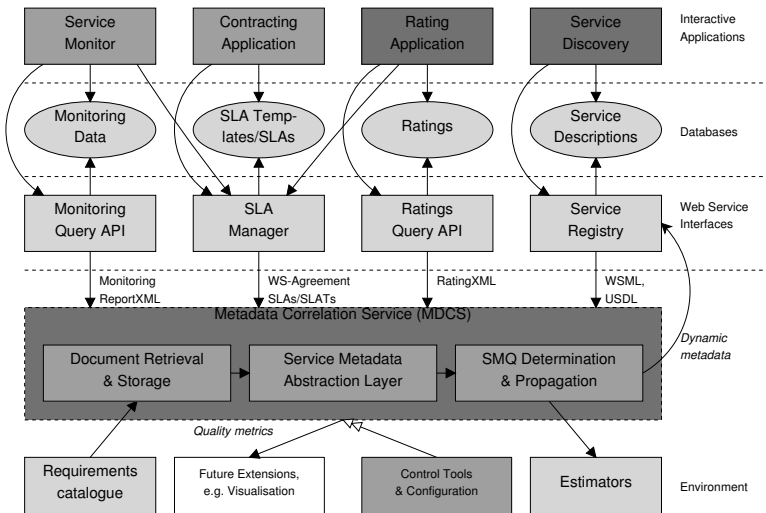


Abbildung 4: Erweiterung der SPACE-Plattform um experimentelle Qualitätsanalysewerkzeuge

Das Experiment ist durch die Nutzung von SPACE aufwandsarm durchführbar. Die Architekturskizze 4 zeigt, wie die Web-Service-Schnittstellen der SPACE-Plattformdienste eine flexible Erweiterung der Plattform hinsichtlich spezieller Evaluierungsexperimente wie im gezeigten Beispiel ermöglichen. Der MDCS nutzt die Schnittstellen lesend, um Eingaben für seine Berechnungen zu bekommen, und schreibend, um die Angaben über nichtfunktionale Eigenschaften in den Dienstbeschreibungen zu aktualisieren. Der Lesezugriff erfolgt dabei über die SOAP- bzw. HTTP-Schnittstellen unter Angabe der Dienstkennung. Die Antwortnachrichten beinhalten je nach Plattformdienst SLA-Vorlagen, SLAs, Monitoringdaten und Dienstbeschreibungen. Die in ihnen enthaltenen Angaben zu nichtfunktionalen Eigenschaften werden korreliert und über den SOAP-Schreibzugriff auf die Registry als neue Qualitätsmetrik hinterlegt. Auf dieser Basis erzielen zukünftige Dienstsuchen bessere Ergebnisse unter Ausschluss von Diensten mit fehlerhaften Beschreibungen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die im Internet der Dienste stattfindenden Innovationsprozesse benötigen neben klar definierten Konzepten auch Umgebungen zur Erprobung. SPACE stellt durch seine Modularität, Systemintegration und offene Lizenz eine solche Umgebung dar. Die bereits durchgeführten Experimente erlauben die Gewinnung quantitativer Aussagen über Modelle und deren Umsetzungen. Derzeitig wird die Plattform um eine interaktive Qualitätskontrolle erweitert, die es Dienstanbietern ermöglicht, frühzeitig unvollständig oder inkorrekt beschriebene Dienste zu korrigieren. Desweiteren wird basierend auf der Systemintegration der dauerhafte Einsatz im Sinne einer *Platform-as-a-Service* vorangetrieben und eine grundlegende Menge an Open-Access-Testdaten und normierten Umgebungskonfigurationen bereitgestellt, um die Prämissen des einfachen Zugangs und der Reproduzierbarkeit von Ergebnissen zu erfüllen.

Danksagung Das dem Projekt zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen „01MQ07012“ gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

Literatur

- [BAFP08] Antonia Bertolino, Guglielmo De Angelis, Lars Frantzen und Andrea Polini. Model-Based Generation of Testbeds for Web Services. In *Testing of Communication Systems and Formal Approaches to Software Testing (TEST-COM/FATES)*, Seiten 266–282, 2008.
- [CP09] Gerardo Canfora und Massimiliano Di Penta. *Service-Oriented Architectures Testing: A Survey*, Seiten 78–105. Springer LNCS 5413, 2009.
- [Gro09] FIRE Expert Group. FIRE: Future Internet Research and Experimentation (Whitepaper), May 2009.
- [MSW09] Thomas Magedanz, Florian Schreiner und Sebastian Wahle. Service-Oriented Testbed Infrastructures and Cross-Domain Federation for Future Internet Research. In *IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM) - Workshops*, Seiten 101–106, September 2009.
- [SS09a] Josef Spillner und Alexander Schill. Dynamic SLA Template Adjustments based on Service Property Monitoring. In *2009 IEEE International Conference on Cloud Computing (CLOUD)*, Seiten 183–189, September 2009.
- [SS09b] Josef Spillner und Alexander Schill. The TECJA Service Platform: Web Service Sharing based on Modular Platform Services. In *Proceedings of FIS - 2nd Future Internet Symposium*, September 2009. Berlin, Germany.
- [The07] The SecSE Team. Designing and Deploying Service-Centric Systems: The SecSE way. In *Proceeding of Service Oriented Computing: A look at the Inside (SOC@Inside)*, September 2007. Vienna, Austria.