

Edward José Pacheco Condori

Deployment of Distributed
Component-based Applications on Cloud
Infrastructures

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Dissertation presented to the Programa de Pós-Graduação em
Informática of the Departamento de Informática, PUC-Rio as
partial fulfillment of the requirements for the degree of Mestre
em Informática.

Advisor: Prof. Renato Fontoura de Gusmão Cerqueira

Rio de Janeiro
September 2012

Edward José Pacheco Condori

**Deployment of Distributed
Component-based Applications on Cloud
Infrastructures**

Dissertation presented to the Programa de Pós-Graduação em Informática of the Departamento de Informática do Centro Técnico Científico da PUC-Rio, as partial fulfillment of the requirements for the degree of Mestre.

Prof. Renato Fontoura de Gusmão Cerqueira

Advisor

Departamento de Informática — PUC-Rio

Prof. Noemi de La Rocque Rodríguez

Departamento de Informática — PUC-Rio

Prof. Antônio Tadeu Azevedo Gomes

LNCC

Prof. José Eugenio Leal

Coordinator of the Centro Técnico Científico — PUC-Rio

Rio de Janeiro — September 14, 2012

All rights reserved.

Edward José Pacheco Condori

Edward Pacheco graduated from the Universidad Nacional de San Agustín (Arequipa, Perú) in Ingeniería de Sistemas.

Ficha Catalográfica

Pacheco Condori, Edward José

Deployment of distributed component-based applications on cloud infrastructures / Edward José Pacheco Condori; adviser: Renato Fontoura de Gusmão Cerqueira — 2012.

91 f.: il. (color.) ; 30 cm

1. Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática, 2012.

Inclui bibliografia

1. Informática – Teses. 2. Sistema de componentes de software (SCS). 3. Aplicações distribuídas. 4. Infraestrutura de implantação. 5. Infraestrutura na nuvem. 6. Cloud API. I. Cerqueira, Renato Fontoura de Gusmão. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Acknowledgments

To my mother, father, sisters, and brother, and all my family for their unconditional love. To my advisor, prof. Renato Cerqueira, who offered me the opportunity to be part of the Distributed System Group. To the CAPES and Tecgraf, for the financial support, without which this work would not have been realized. To all my colleagues of the PUC–Rio for the continued support.

Abstract

Pacheco Condori, Edward José; Cerqueira, Renato Fontoura de Gusmão. **Deployment of Distributed Component-based Applications on Cloud Infrastructures**. Rio de Janeiro, 2012. 91p. MSc. Dissertation — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Deployment of distributed component-based applications is composed of a set of activities managed by a Deployment Infrastructure. Current applications are becoming increasingly more complex, requiring a multi-platform and a dynamic target environment. Thus, the planning activity is the most critical step because it defines the configuration of the execution infrastructure in order to satisfy the requirements of the application's target environment. On the other hand, the cloud service model called "Infrastructure as a Service" (IaaS) offers on-demand computational resources with dynamic, scalable, and elastic features. In this work we have extended the Deployment Infrastructure for SCS components to support private or public clouds as its target environment, through the use of a cloud API and flexible policies to specify a customized target environment. Additionally, we host the Deployment Infrastructure on the cloud, which allow us to use on-demand computational resources to instantiate Deployment Infrastructure services, creating an experimental "Platform as a Service" (PaaS).

Keywords

Software Component System(SCS). Distributed Applications. Deployment Infrastructure. Cloud Infrastructures. Cloud API.

Resumo

Pacheco Condori, Edward José; Cerqueira, Renato Fontoura de Gusmão. **Implantação de Aplicações baseadas em Componentes Distribuídos sobre Infraestruturas na Nuvem**. Rio de Janeiro, 2012. 91p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A implantação de aplicações baseadas em componentes distribuídos é composta por um conjunto de atividades geridas por uma Infraestrutura de Implantação. Aplicações atuais estão se tornando cada vez mais complexas, necessitando de um ambiente alvo dinâmico e multi-plataforma. Assim, a atividade de planejamento de uma implantação é o passo mais crítico, pois define a configuração da infraestrutura de execução de forma a atender os requisitos do ambiente alvo de uma aplicação. Por outro lado, o modelo de serviço na nuvem chamado “Infraestrutura como Serviço(IaaS)” oferece recursos computacionais sob demanda, com características dinâmicas, escaláveis e elásticas. Nesta dissertação nós estendemos a Infraestrutura de Implantação para componentes SCS de forma a permitir o uso de nuvens privadas ou públicas como o ambiente alvo de uma implantação, através do uso de uma cloud API e políticas flexíveis para especificar um ambiente alvo personalizado. Além disso, hospedamos a infraestrutura de implantação na nuvem. Isto permitiu-nos usar recursos computacionais sob demanda para instanciar os serviços da Infraestrutura de Implantação, produzindo uma “Plataforma como Serviço(PaaS)” experimental.

Palavras-chave

Sistema de Componentes de Software(SCS). Aplicações Distribuídas. Infraestrutura de Implantação. Infraestruturas na Nuvem. Cloud API.

Contents

1	Introduction	11
1.1	Proposal	13
1.2	Objectives	14
1.3	Contributions	14
1.4	Dissertation Structure	15
2	Background Work	16
2.1	Cloud Computing Fundamentals	16
2.1.1	<i>What is Cloud Computing?</i>	16
2.1.2	<i>Cloud Taxonomy</i>	18
2.1.3	<i>Cloud Platforms</i>	20
2.1.4	<i>Cloud APIs</i>	22
2.1.5	<i>Cloud Software Stack</i>	23
2.2	Related Work	25
2.2.1	<i>Deployment Process</i>	25
2.2.2	<i>Deployment on Grid Environments</i>	27
	Fractal and DeployWare	27
	ADAGE and CoRDAGe	29
	DAnCE	31
2.2.3	<i>Deployment on Cloud Infrastructures</i>	32
	FraSCAti	32
	OSGi	34
2.3	Final Remarks	35
3	Reference Scenario	37
3.1	SCS Component Model	37
3.2	Execution Infrastructure	38
3.3	Deployment Infrastructure	39
3.3.1	<i>Deployment Planning</i>	40
4	SCS Deployment Infrastructure on Cloud Infrastructures	42
4.1	Challenges	42
4.1.1	<i>Target Environment Requirements</i>	44
4.1.2	<i>Cloud Infrastructure API</i>	44
4.1.3	<i>User Management</i>	44
4.1.4	<i>Setting up a Cloud Computing Environment</i>	45
4.2	Cloud Resource Provisioning	45
4.2.1	<i>A Cloud Computing Environment</i>	46
	Setting up a private cloud	46
	Accessing a public cloud	48
4.2.2	<i>Cloud API</i>	48

	EucaEngine	49
	Cloud Deployment Engine	50
4.2.3	<i>Deployment Infrastructure: API Extension</i>	51
4.2.4	<i>User Management Model</i>	52
4.2.5	<i>Policies</i>	54
4.3	Configuring SCS Deployment Infrastructure on the Cloud . . .	55
4.3.1	<i>Architectural Overview</i>	56
4.3.2	<i>Deployment Infrastructure: PaaS</i>	59
	Minimum Supported Configuration	60
	A Multi-Deployment Configuration	60
4.3.3	<i>Deployment Infrastructure: IaaS</i>	61
4.3.4	<i>Prototype and Limitations</i>	62
5	SCS Deployment Infrastructure in Use	66
5.1	MapReduce Application	66
5.2	Deploying a SCS-MapReduce on the Cloud	68
5.3	Final Considerations	70
6	Conclusions and Future Work	74
	Bibliography	76
A	Appendix	82
A.1	Cloud Infrastructure Service IDL	82
A.2	SCS MapdReduce - Deployment Script	82
A.3	SCS MapdReduce on Cloud Infrastructures - Deployment Script	82

List of Figures

2.1	Conceptual Reference Model	19
2.2	A Generic Deployment Process of distributed Component-based Applications	27
2.3	Representing physical resources using a physical tree	31
2.4	Internal Architecture and Deployment Stages of DAnCE	32
3.1	SCS Component Model	38
3.2	SCS Execution Infrastructure	39
3.3	Overview of SCS Deployment Infrastructure	40
4.1	A Generic Deployment Process of distributed Component-based Applications on Cloud Infrastructures	43
4.2	OpenStack Cloud Platform	47
4.3	Cloud API - Architecture	49
4.4	EucaEngine - Instance Class	50
4.5	Cloud Engine	52
4.6	DeployManager Extensions	53
4.7	User Management	54
4.8	Deployment Infrastructure Architectural Overview	57
4.9	Deployment Infrastructure on Cloud Infrastructures: Minimal Architecture	60
4.10	A Multi-Deployment Architectural Configuration	61
5.1	MapReduce Architecture	67
5.2	A SCS Component-based MapReduce Framework Architecture	68
5.3	Deploying a SCS-based MapReduce Application on a Cloud Infrastructure	69

List of Tables

4.1 Type of Users for Deployment Infrastructure on Cloud
Infrastructures 53

4.2 Policies required to specify the deployment of applications. . . . 54