



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat

École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes
Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT

Monsieur Driss RIANE

soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Informatique
Le Mardi 27 Juillet 2021 à 10H au Grand amphi à l'ENSIAS

Intitulé de la thèse

COMPOSITION DE SERVICES IAAS DANS UN ENVIRONNEMENT MULTI-CLOUD : UNE APPROCHE A BASE DE GRAPHS



Devant le Jury composé de :

Président :

Pr. Mohamed Abdou JANATI IDRISSE, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Directeur de thèse :

Pr. Ahmed ETTALBI, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Rapporteurs :

Pr. Mostafa BELLAFKIH, PES, INPT, Rabat

Pr. Abdelaziz MARZAK, PES, FSBM, Université Hassan II de Casablanca

Pr. Mohammed OUMSIS, PES, ESTS, Université Mohammed V de Rabat

Examineur :

Pr. Adil BELLABDAOUI, PH, ENSIAS, Université Mohammed v de Rabat

COMPOSITION DE SERVICES IAAS DANS UN ENVIRONNEMENT MULTI-CLOUD : UNE APPROCHE A BASE DE GRAPHERS



Résumé : Avec les avantages du modèle de paiement à l'utilisation, de l'accès facile et de la personnalisation des ressources à la demande, le concept de cloud computing a été rapidement adopté par l'industrie et le monde universitaire. Au cours de la dernière décennie, les nombreuses infrastructures cloud qui ont été construites se sont distinguées par la variété des services proposés, des interfaces d'accès et des modèles de tarification. D'un autre côté, les problèmes de « vendor lock-in » et l'absence de normes Cloud communes entravent l'interopérabilité entre les fournisseurs de cloud. Ainsi, les utilisateurs de cloud doivent prendre manuellement des décisions sur le cloud à choisir afin de répondre à leurs besoins de services fonctionnels et non fonctionnels tout en minimisant le coût. De plus, leurs besoins deviennent de plus en plus complexes car ils impliquent des applications distribuées avec des composants interconnectés pour fournir des services aux utilisateurs finaux sur différentes zones et gérer des services multi-cloud. Cette tâche est clairement difficile pour les utilisateurs car ils doivent parcourir les pages Web des fournisseurs de cloud pour comparer leurs services et leurs politiques de prix.

L'objectif de cette thèse est de permettre aux consommateurs de cloud de composer des services cloud IaaS afin de déployer des applications complexes impliquant un ensemble de machines virtuelles inter-connectées en tenant compte de leurs exigences fonctionnelles et non fonctionnelles. Une contribution clé de la thèse est la conception d'un framework de courtier multi-cloud agissant entre les consommateurs et plusieurs fournisseurs de cloud pour automatiser la sélection et le déploiement des services composites. Le framework contient des composants pour le partitionnement de requêtes modélisées sous forme de graphe, l'optimisation des coûts, ainsi qu'une couche d'interopérabilité pour interagir avec des clouds hétérogènes.

Conformément aux objectifs de la thèse, nous passons en revue les travaux antérieurs dans le domaine de la composition de services dans un environnement multi-cloud. L'analyse se concentre principalement sur les domaines de découverte, de sélection et de composition de services et les défis associés, en mettant l'accent sur les services IaaS. Ensuite, nous présentons une approche basée sur ILP, pour optimiser le coût induit de l'allocation de machines virtuelles et de leurs communications pour gérer la composition IaaS. Une prise de décision de sélection basée sur le coût est traitée dans la formulation mathématique de ce programme linéaire qui divise le graphe de la requête entre les

fournisseurs sélectionnés. Enfin, un courtier multi-cloud, dit MCB, est proposé pour gérer des applications à grande échelle. Il utilise l'algorithme classique de Gomory-Hu afin de simplifier la requête, il construit un ensemble de partitions faiblement connectées avant d'appliquer l'algorithme de sélection dit « Cost-Aware Provider Selection ». Ces contributions sont implémentées dans MCB et leur efficacité est validée sur la base de résultats expérimentaux.

Mots-Clés : Cloud Computing, Composition de Services IaaS, Multi-Cloud, Optimisation de Coût, programmation linéaire, Allocation de Ressources Cloud, Cloud Networking, Sélection de Services Cloud.



Abstract: With the benefits of the pay-as-you-go model, easy access, and on-demand resource customization, the concept of cloud computing has been quickly adopted by industry and academia. Over the past decade, the many cloud infrastructures that have been built have stood out for the variety of services offered, access interfaces and pricing models. On the other hand, vendor lock-in issues and the lack of common cloud standards hamper interoperability between cloud providers. Thus, cloud users must manually make decisions about which cloud to choose in order to meet their functional and non-functional service needs while minimizing the cost. In addition, their needs are becoming more and more complex as they involve distributed applications with interconnected components to provide services to end users on different zones and manage multi-coud services. This task is clearly difficult for users as they have to browse the web pages of cloud providers to compare their services and pricing policies.

The objective of this thesis is to enable cloud consumers to compose IaaS cloud services in order to deploy complex applications involving a set of interconnected virtual machines taking into account their functional and non-functional requirements. A key contribution of the thesis is the design of a multi-cloud broker framework acting between consumers and multiple cloud providers to automate the selection and deployment of composite services. The framework contains components for partitioning queries modeled as graphs, optimizing costs, as well as an interoperability layer for interacting with heterogeneous clouds.

In accordance with the objectives of the thesis, we review previous work in the area of service composition in a multi-cloud environment. The analysis primarily focuses on the areas of service discovery, selection and composition and associated challenges, with a

focus on IaaS services. Next, we present an ILP-based approach to optimize the cost of allocating virtual machines and their communications to manage IaaS composition. Cost-based selection decision making is addressed in the mathematical formulation of this linear program which divides the request graph between the selected providers. Finally, a multi-cloud broker, known as MCB, is proposed to manage large-scale applications. It uses the classic Gomory-Hu algorithm to simplify the request, it builds a set of weakly connected partitions before applying the selection algorithm known as Cost-Aware Provider Selection. These contributions are implemented in MCB and their effectiveness is validated on the basis of experimental results.

Keywords: Cloud Computing, IaaS Services Composition, Multi-Cloud, Cost Optimization, Linear programming, Cloud Resource Allocation, Cloud Networking, Cloud Services Selection.

