

## **Τίτλος Διδακτορικής Διατριβής**

Ένα Διευρυμένο Μοντέλο Σύνθεσης Υπηρεσιών Ιστού με Συνεργατική Σημασιολογία

## **Όνοματεπώνυμο Υποψηφίας Διδάκτορα**

Παρασκευή Α. Τσούτσα

## **Συμβουλευτική Επιτροπή**

Επίκουρος Καθηγητής Όμηρος Ράγγος (επιβλέπων)

Καθηγητής Παναγιώτης Φιτσιλής (μέλος)

Καθηγητής Παναγιώτης Πιντέλας (μέλος)

## **Περίληψη**

Οι υπηρεσίες Ιστού και οι αρχιτεκτονικές που βασίζονται σε αυτές μας δίνουν ευκαιρίες για να εγκαθιδρύσουμε μια πιο ευέλικτη συνεργασία μεταξύ των υπηρεσιών σε διάφορους τομείς, όπως εκείνους των έξυπνων πόλεων, των έξυπνων εργοστασίων, των μεταφορών, της υγείας κ.α. Ο κύριος στόχος των ερευνητικών προσπαθειών γύρω από τις υπηρεσίες Ιστού είναι η διευκόλυνση της περιγραφής, της αναζήτησης, του χειρισμού και της σύνθεσής τους. Η σύνθεση υπηρεσιών είναι μια πρόκληση καθώς επιτρέπει τη δημιουργία νέων υπηρεσιών με χαρακτηριστικά και δυνατότητες που δεν είναι διαθέσιμα από τις μεμονωμένες υπηρεσίες. Η σύνθεση υπηρεσιών μπορεί επιπλέον να εξυπηρετήσει εφαρμογές ή χρήστες κατά απαίτηση, έτσι η δυνατότητα της να επιλέξουμε και να ενσωματώσουμε αυτόματα και αποτελεσματικά ετερογενείς υπηρεσίες είναι πια μια σημαντική ανάγκη στην παροχή υπηρεσιών Ιστού. Η αυτόματη σύνθεση υπηρεσιών μπορεί να επεκτείνει τις δυνατότητές τους και, ως εκ τούτου, ένας θεωρητικά απεριόριστος αριθμός νέων υπηρεσιών είναι δυνατό να δημιουργηθεί από ένα υπάρχον σύνολο συνιστωσών, επιτρέποντας έτσι στις εφαρμογές να μην περιορίζονται στο αρχικό σύνολο των λειτουργιών που ορίστηκε κατά το σχεδιασμό αυτών των συνιστωσών.

Οι αρχικές προσπάθειες στην περιοχή των υπηρεσιών Ιστού απέτυχαν στο να παράσχουν γενικούς μηχανισμούς που να υποστηρίζουν την ανακάλυψη, τη σύνθεση, την αξιολόγηση, την εκτέλεση και την επίβλεψη υπηρεσιών Ιστού σε δυναμικά περιβάλλοντα, ειδικά με τις προκλήσεις που ανακύπτουν από την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών όπως το Cloud Computing, το Internet of Things και τα Cyber Physical Systems. Οι σημασιολογικές τεχνολογίες παρέχουν εργαλεία για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων που σχετίζονται με την τεχνολογία διαδικτυακών υπηρεσιών, ιδίως εκείνων που πρέπει να εκτελεστούν σε δυναμική λειτουργία. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν ακόμη σημαντικά εμπόδια τα οποία πρέπει να υπερπηδηθούν. Κατά την ενασχόληση με αυτά τα εμπόδια, περαιτέρω βελτιώσεις στη διαδικασία σύνθεσης υπηρεσιών είναι αναγκαίες, ιδιαίτερα στην παροχή υψηλότερου βαθμού αυτονομίας. Ακολουθώντας αυτήν την προσέγγιση, η αυτόνομη σύνθεση υπηρεσιών μειώνει μεν την εμπλοκή του ανθρώπου στο ελάχιστο αλλά, από την άλλη μεριά, απαιτεί εξειδικευμένες δυνατότητες από την πλευρά των μηχανισμών που θα την υποστηρίξουν.

Η παρούσα διατριβή εξετάζει το πρόβλημα σύνθεσης υπηρεσιών Ιστού από την άποψη της ομαδικής εργασίας και αντιμετωπίζει την πρόκληση της ανάπτυξης αυτόνομων σύνθετων υπηρεσιών ικανών να παρουσιάζουν συμπεριφορά ομαδικής εργασίας. Μια τέτοια υπηρεσία δομείται από συνιστώσες με συγκεκριμένους ρόλους που βασίζονται σε μοντέλα συνεργατικότητας και είναι ικανή να συνεργαστεί αποτελεσματικά με

άλλους εν δυνάμει συμπαίκτες σε ένα σύνολο εργασιών για την επίτευξη του συνολικού στόχου της ομάδας. Η χρήση της θεωρίας των μοντέλων ρόλων και της συνεργατικότητας εκτείνεται σε διάφορους κλάδους από τη διοίκηση επιχειρήσεων έως τη γνωστική επιστήμη, τον ανθρώπινο λόγο, και την κατανομημένη τεχνητή νοημοσύνη. Στην αρχή της διατριβής, περιγράφουμε την αλληλεπίδραση των υπηρεσιών αξιοποιώντας τη θεωρία των μοντέλων ρόλων. Μια περιγραφή των υπηρεσιών βασισμένη σε ρόλους και συμπεριφορές μπορεί να ενεργήσει ως διαμεσολαβητής μεταξύ των διάφορων γλωσσών περιγραφής υπηρεσιών και μιας τυπικής περιγραφής που θα επιτρέψει την παραγωγή συμπερασμάτων για νέα πλάνα συνεργασίας για τους σκοπούς της σύνθεσης. Στη συνέχεια, επωφελούμαστε από τη θεωρία της ομαδικής εργασίας για να καθορίσουμε τους κυρίαρχους ρόλους που επικρατούν κατά τη διάρκεια της συνεργασίας ενός συνόλου υπηρεσιών. Αυτοί οι ρόλοι αποσκοπούν στο (i) να δημιουργούνται και να υλοποιούνται πλάνα που θα φέρουν εις πέρας τις προκύπτουσες αιτήσεις εξυπηρέτησης, (ii) να επιτρέψουν στις υπηρεσίες να χειρισθούν κάθε προκύπτουσα αβεβαιότητα με την προληπτική τους δράση κατά τη συμμετοχή τους, (iii) να εντοπίσουν και να αντιμετωπίσουν οποιαδήποτε μη αναμενόμενη συμπεριφορά ή κατάσταση που εμφανίζεται στην περιοχή κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και της εκτέλεσης της υπηρεσίας, (iv) να ενεργούν ως ο σύνδεσμος που είναι αναγκαίος για την αναδιάρθρωση και τον συνδυασμό υπηρεσιών σε δυναμικά και απρόβλεπτα περιβάλλοντα. Μετά τον καθορισμό των ρόλων ομαδικής εργασίας, η προσέγγιση μοντελοποίησης ρόλων επεκτείνεται ώστε οι υπηρεσίες Ιστού να συνεργάζονται αυτόματα ενισχύοντας τη διαλειτουργικότητα τους. Αναμένουμε ότι το προτεινόμενο μοντέλο ομαδικής εργασίας θα αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία σε δυναμικά περιβάλλοντα, καθώς επιτρέπει την ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών σύνθετων υπηρεσιών. Αυτές οι υπηρεσίες είναι ευσταθείς ομάδες με μέλη που έχουν μεγαλύτερη κατανόηση μεταξύ τους. Μπορούν να χειριστούν μέσω της ομαδικής συμπεριφοράς τους μη αναμενόμενα γεγονότα που συμβαίνουν στο περιβάλλον τους και να συνεργασθούν αποτελεσματικά για να επιτύχουν τους στόχους τους.

**Title of PhD Thesis**

An Extended Web Service Composition Model with Teamwork Semantics

**Full Name of PhD Candidate**

Paraskevi A.Tsoutsas

**Advisor Committee**

Assistant Professor Omiros Ragos (advisor)

Professor Panagiotis Fitsilis (member)

Professor Panagiotis Pintelas (member)

**Abstract**

Web services and service based architectures have created opportunities to establish more flexible collaboration among the services of several domains such as smart cities, smart factories, resource management, intelligent transportation, health and many other. The main aim of research efforts around Web services is to facilitate their description, search, handling and composition. Service composition constitutes a challenging task of service provisioning as it can produce new composite services with features and capabilities not present in the individual ones. Also, service composition can serve applications or users on-demand basis, so the ability to automatically and efficiently select and integrate heterogeneous services at runtime becomes an important requirement to the Web service supplying. This is also due to the fact that, by automatically composing services, their capabilities can be extended, therefore theoretically an unlimited number of new services can be created from an existing set of components, thus making applications no longer restricted to the original set of operations specified and at the design time of these components.

Initial efforts in the Web service area failed to hold the promise for providing generic mechanisms that support discovering, composing, evaluating, executing and monitoring Web services in dynamic environments, especially with the issues raised by the development of new technologies such as Cloud Computing, Internet of Things and Cyber Physical Systems. Semantic technologies provide tools to address various challenges related to the Web services technology, particularly those which have to be performed in a dynamic mode. However, in order to realize this potential, significant hurdles still have to be overcome. To deal with these hurdles, further improvements of the process of service composition become necessary, especially in providing a higher degree of autonomy. Following this direction, autonomous service composition is expected to reduce human involvement to a minimum, but it requires specialized capabilities on the part of the mechanisms that will support it.

This thesis examines the Web service composition problem from the viewpoint of teamwork and addresses the challenge of developing autonomous composite services capable of exhibiting teamwork behavior. Such a service is constructed of components with specific roles based on teamwork models and is capable to effectively cooperate with multiple potential teammates on a set of collaborative tasks to achieve the overall team goal. The use of role model and teamwork theory has spanned in diverse disciplines from business management to cognitive science, human discourse, and distributed artificial intelligence. In the beginning of the thesis, we describe the interaction of services by exploiting the role model theory. A description of services, based on roles and behaviors, may act as mediator between the different Web service

languages and a formal description that will enable the reasoning over new paths of collaboration for composition purposes. Then, we benefit from the teamwork theory in order to determine the dominant roles that prevail during service group cooperation. Roles aim to (i) design and implement plans that will accomplish any arising serving request (ii) enable services to manipulate the uncertainties by being proactive during their participation in specific events, (iii) capture and handle any potential emergent behavior or situation that appears in the domain during service design and execution, (iv) act as the glue needed to reconfigure and combine services appropriately in dynamic and unpredictable environments. After specifying service teamwork roles, the role modeling approach is extended in order to enable Web services automatic cooperation by enhancing services' interoperability. We expect that the resulting teamwork model will be especially important in dynamic environments, since it enables the development of more efficient composite services. These services are stable teams of members promoting mutual understanding. They are able to manipulate any unexpected event that happens in their environment via their team behavior and to cooperate effectively to achieve their objectives.

Skype of Business link for the presentation:

<https://meet.lync.com/upatrasgr-upatras/ragos/QQD0HI2A>