

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ / ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**Τσαμπανάκη Νικολέτα
Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια**

**Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης
Επόπτης Μεταπτ. Εργασίας: Καθηγητής Δ. Πλεξουσάκης**

Πέμπτη, 23/11/2017, 13:00

Αίθουσα K206, Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

“Ένα μοντέλο κοινής λογικής για την αναθεώρηση πεποιθήσεων σε δυναμικά περιβάλλοντα με χρήση Λογισμού Συμβάντων”

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα ερευνητικά πεδία της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ) και της Ρομποτικής ήταν στενά συνδεδεμένα κατά τα πρώτα βήματα της ΤΝ, όμως αυτό έπαψε αργότερα να ισχύει, καθώς ο τομέας της ΤΝ επικεντρώθηκε σε θεωρητικά προβλήματα και αλγορίθμους που προήλθαν αφαιρετικά από τον πραγματικό κόσμο, ενώ οι ερευνητές στον τομέα της Ρομποτικής, βασιζόμενοι στο υπόβαθρο τους στη μηχανική και την ηλεκτρολογία, επικεντρώθηκαν στην ανάπτυξη μηχανοκίνητων και αισθητήριων συστημάτων. Όμως, με την συνεχή πρόοδο στους δύο τομείς, υπάρχει πλέον μια ερευνητική τάση για την εκ νέου συνένωση τους. Γενικά, ένα ρομπότ ή οποιοδήποτε άλλο ευφυές αυτόνομο σύστημα που λειτουργεί σε πραγματικό περιβάλλον θα πρέπει να έχει την ικανότητα να αντιμετωπίζει την έλλειψη πληροφορίας και την αβεβαιότητα σε πολλαπλά επίπεδα αφαίρεσης, από δεδομένα αισθητήρων χαμηλού επιπέδου μέχρι υψηλού επιπέδου γνώση, όπως για παράδειγμα προϋποθέσεις και επιδράσεις ενεργειών. Η διπλωματική αυτή εργασία επικεντρώνεται στο τελευταίο και σκοπό έχει να διατηρήσει την βάσης γνώσης (ΒΓ) ενός ευφυούς πράκτορα, τόσο ενημερωμένη όσο και συνεπή, ενώ εκείνος παρατηρεί ή εκτελεί ενέργειες στο περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται.

Οι Θεωρίες Ενεργειών είναι εδραιωμένες λογικές θεωρίες, βασισμένες στην κλασική λογική, ανεπτυγμένες για την συλλογιστική διαδικασία πάνω σε τομείς που αφορούν δυναμικά μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα. Έτσι, έχουν την δυνατότητα να αντιμετωπίσουν εγγενώς τις αλλαγές που προκαλούνται από ενέργειες στα περιβάλλοντα αυτά. Μια από τις εξέχουσες γλώσσες ενεργειών είναι ο Λογισμός Συμβάντων (ΛΣ), ο οποίος έχει αρκετά χρήσιμα χαρακτηριστικά για την αναπαράσταση πληροφορίας αιτιότητας και ακολουθιών ενεργειών, χαρακτηριστικά που τον διαφοροποιούν από άλλους παρόμοιους φορμαλισμούς. Ο ΛΣ αναπαριστά λεπτομερώς την συνεχώς μεταβαλλόμενη γνώση, επιτρέποντας στη διαδικασία συλλογιστικής να υπολογίσει τις επιδράσεις μιας ακολουθίας γεγονότων, κατά την πάροδο του χρόνου, στο περιβάλλον. Δεδομένου ότι η αποθηκευμένη πληροφορία σε μία ΒΓ δεν είναι πάντοτε σωστή, υπάρχει επίσης ανάγκη για ένα μηχανισμό αναθεώρησης πεποιθήσεων καθώς λαμβάνονται νέες πληροφορίες. Ο τομέας της Αναθεώρησης Πεποιθήσεων (ΑΠ) σκοπό έχει να αντιμετωπίσει τέτοιες αλλαγές σε μία ΒΓ. Στα πιο γνωστά της περιοχής AGM αξιώματα, προκύπτει αναθεώρηση πεποιθήσεων αν, έχοντας μια βάση γνώσεων K και μία πληροφορία α , ενσωματώνουμε αυτή την πληροφορία σε μια νέα βάση γνώσης K' χωρίς να δημιουργηθεί ασυνέπεια σε αυτή. Αυτό σημαίνει ότι ορισμένες από τις πεποιθήσεις στην αρχική βάση γνώσης θα πρέπει να αναθεωρηθούν, αλλά όχι όλες, καθώς θα προκληθεί άσκοπη απώλεια πολύτιμων πληροφοριών. Αυτό που κάνει τα πράγματα ακόμα πιο περίπλοκα είναι ότι οι πεποιθήσεις σε μια ΒΓ έχουν λογικές συνέπειες, οπότε όταν αναθεωρηθεί μια πεποίθηση, πρέπει να αποφασισθεί και ποιες από τις συνέπειες της θα πρέπει να διατηρηθούν, αλλά και ποιες θα πρέπει να αφαιρεθούν. Έτσι, η αναθεώρηση γνώσης δεν μπορεί να θεωρηθεί μια τετριμμένη διαδικασία, καθώς είναι πιθανόν να υπάρχουν περισσότεροι από ένας τρόποι για την εκτέλεση της. Από την σκοπιά του ΛΣ, έχουν γίνει εκτενείς εργασίες για την επιστημική επέκταση των γλωσσών ενεργειών, καθώς και του κύριου φορμαλισμού του ΛΣ. Ωστόσο, ελάχιστη προσοχή έχει δοθεί στο πρόβλημα της αυτόματης αναθεώρησης (διόρθωσης) μιας ΒΓ στον ΛΣ όταν μια παρατήρηση αντιβαίνει την ήδη εξαγόμενη γνώση, παρά την εκτενή έρευνα στον τομέα της ΑΠ.

Δεδομένου ότι η τρέχουσα τάση στον συναφή ερευνητικό τομέα είναι να εντοπιστούν αποτελεσματικοί τρόποι συνδυασμού της εύρεσης πλάνων εργασιών υψηλού επιπέδου με την εκτέλεση εργασιών χαμηλού επιπέδου ή τον έλεγχο εφαρμοσιμότητας, η παρούσα εργασία στοχεύει στην ενδυνάμωση τέτοιων συνδυασμών, μέσω ενός γενικού φορμαλισμού, υψηλού επιπέδου, που αναιρεί ορισμένες από τις μη ρεαλιστικές υποθέσεις υπαρχόντων λύσεων. Προτείνουμε ένα πλαίσιο εργασίας από την σκοπιά του ΛΣ, μαζί με μία Answer Set Programming (ASP) κωδικοποίηση του ΑΠ αλγορίθμου που μας επιτρέπει αναθεώρηση πεποιθήσεων βασισμένη στην αξιωματοποίηση του ΛΣ. Λαμβάνουμε υπόψη τόσο την επιστημική όσο και την μη επιστημική περίπτωση, βασιζόμενοι στην αναπαράσταση Πιθανών Κόσμων (ΠΚ), για να μπορέσουμε να ορίσουμε σημασιολογικά την κατάσταση των πεποιθήσεων ενός ευφυούς πράκτορα. Ορίζουμε τυπικά την έννοια της αναθεώρησης πεποιθήσεων κοινής λογικής που λαμβάνει υπόψη διαφορετικά είδη γνώσης, όπως η πραγματική γνώση (ή εκείνη που έχουμε παρατηρήσει στο περιβάλλον), η προκαθορισμένη γνώση, η εξαγόμενη γνώση αλλά και η γνώση που είναι προς το παρόν άγνωστη σε εμάς. Παρουσιάζουμε μία μεθοδολογία και μία ASP κωδικοποίηση που μπορεί να υλοποιήσει τον παραπάνω φορμαλισμό, πάνω στην οποία

προσαρμόζουμε τις υπάρχουσες ισχυρές θεωρίες ενεργειών σε ένα πιο ρεαλιστικό πλαίσιο. Παρουσιάζουμε επίσης έναν αλγόριθμο βελτιστοποίησης που στοχεύει στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της υλοποίησης μας. Τέλος, αναφέρουμε πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις και βελτιώσεις του συστήματος μας, καθώς και πως το έργο αυτό μπορεί να αποτελέσει τη βάση για περαιτέρω επεκτάσεις που θα μπορούν να υποστηρίξουν ένα πλουσιότερο σύνολο χαρακτηριστικών κοινής λογικής.

Tsabanaki Nikoleta

M.Sc. Thesis

Computer Science Department

University of Crete

Master's Thesis Supervisor: Professor Dimitris Pleksousakis

Thursday, 23/11/2017, 13:00

Room K206, Computer Science Dept., University of Crete

“A Commonsense-Driven Model of Belief Revision for Dynamic Domains using the Event Calculus”

ABSTRACT

The fields of Artificial Intelligence (AI) and Robotics were strongly connected in the early days of AI, but have since diverged as practitioners of AI focused on problems and algorithms abstracted from the real world, while roboticists, building on their background in mechanical and electrical engineering, concentrated on sensory-motor functions. With advancements in both fields, there is now a renewed interest in bringing the two disciplines closer together. Robots, or any other autonomous entity inhabiting real-world domains, need to deal with incomplete information and uncertainty at various levels of abstraction, from low-level sensory data to high-level knowledge, such as action preconditions and effects. This thesis concentrates on the latter, aiming to keep the Knowledge Base (KB) of an agent both up-to-date and consistent, while performing world-changing or observation actions.

Action theories are well-established logical theories, based on classical logic, for reasoning about domains involving dynamically changing environments. Thus, they can inherently deal with change caused by actions. One of the most prominent action languages is the Event Calculus (EC), which incorporates certain useful features for representing causal and narrative information that

differentiate it from other similar formalisms. The EC explicitly represents temporal knowledge, enabling reasoning about the effects of a narrative of events along a time line. Given that the logical theory stored in a KB is not always correct, there is also a need to revise KBs as new information is received. The area of belief revision addresses such a change to a KB. In the well-known AGM postulates, belief revision emerges when one has a knowledge base K and a formula α , and the issue is how to consistently incorporate α in K to obtain a new KB K' . This means that some of the beliefs in the original KB must be retracted, but not all of them, since this would be an unnecessary loss of valuable information. What makes things more complicated is that beliefs in a knowledge base have logical consequences, so when giving up a belief one has to decide as well which of the consequences to retain and which to retract. Thus, belief revision is non-trivial as several different ways for performing this operation may be possible. From the EC perspective, there has been extensive work on epistemic extensions of action languages, in general, as well as, on the main EC formalism. However, little attention has been paid to the problem of automatically revising (correcting) a KB in the EC when an observation contradicts the already inferred knowledge, despite mature work on the belief revision field.

As the current trend in related research is to identify efficient ways to couple high-level task planning with low-level task execution or feasibility checking, the current work aims to empower such combinations, through the delivery of a more generic high-level formalism that lifts some of the unrealistic assumptions of existing solutions. We propose a generic framework in the context of the EC, along with Answer Set Programming (ASP) encodings of the revision algorithm, accommodating belief revision on top of EC axiomatizations. We consider both the epistemic and non-epistemic case, relying on the possible-worlds representation to give formal semantics to an agent's belief state. We formalize notions of commonsense revisions that take into consideration different knowledge states, such as factual (or observed) knowledge, default, inferred and also unknown knowledge. We present a methodology and an ASP encoding that can implement the formalism, in which we adapt the existing powerful action theories in a more realistic setting. We also present an optimization algorithm aiming to improve the efficiency of the implementation. Finally, we discuss possible future expansions and improvements of our framework and how this work can form the substrate for further extensions concerning a richer set of commonsense features, along with formal results showing that it is generic enough to be applied to different EC dialects.