



Προτεινόμενα Θέματα Διπλωματικής Εργασίας

Άγγελος Χαραλαμπίδης

Τα παρακάτω θέματα είναι ενδεικτικά και αποτελούν κομμάτι μεγαλύτερων θεματικών περιοχών που παρουσιάζουν ερευνητικό ενδιαφέρον.

A. Συστήματα για τον προγραμματισμό νευρωνικών δικτύων

Το TensorFlow και το pyTorch είναι ίσως τα πιο γνωστά συστήματα για τον προγραμματισμό νευρωνικών δικτύων. Βασικός τους στόχος είναι να κατανέμουν τον υπολογισμό ενός νευρωνικού δικτύου σε GPUs και CPUs σε ένα δίκτυο υπολογιστών. Όμως, η πρόθυμη (eager) αποτίμηση που υποστηρίζουν δεν είναι πάντα κατάλληλη για μεγάλα νευρωνικά δίκτυα. Οι πράξεις εκτελούνται μόλις οι είσοδοι τους είναι διαθέσιμες είτε τα αποτελέσματα τους χρειάζονται είτε όχι. Λόγω της πρόθυμης εκτέλεσης των πράξεων, χάνεται η ευκαιρία να καθυστερήσουν μερικές πράξεις και να συγχωνευτούν με επόμενες ώστε να εκτελεστούν πιο αποδοτικά. Το πρόβλημα γίνεται ακόμα πιο σημαντικό όταν τα αποτελέσματα των ενδιάμεσων πράξεων, που είναι μεγάλου μεγέθους πίνακες χρειάζεται να αποθηκευτούν στην κύρια μνήμη για περαιτέρω επεξεργασία. Σκοπός της διπλωματικής είναι η μελέτη τεχνικών για την αποδοτική οκνηρή (lazy) εκτέλεση των πράξεων.

Αναφορές

- Suhan et al, *LazyTensor: combining eager execution with domain-specific compilers*, arxiv: <https://arxiv.org/abs/2102.13267>
- Huang et al, *GPipe: Efficient Training of Giant Neural Networks using Pipeline Parallelism*, arxiv: <https://arxiv.org/abs/1811.06965>

B. Λογικές για προτιμήσεις

Η αναπαράσταση και η εκμάθηση προτιμήσεων έχει λάβει αρκετό ενδιαφέρον στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης. Ένας από τους πιο επιτυχημένους φορμαλισμούς για την αναπαράσταση προτιμήσεων είναι η QCL (Quantitative Choice Logic) όπου προτείνει έναν επιπλέον τελεστή 'x' της διατεταγμένης διάζευξης και συμμετρικά η CCL (Conjunctive Choice Logic) που προτείνει τον τελεστή της διατεταγμένης σύζευξης. Η QCL μπορεί να εκφραστεί και μέσω λογικών προγραμμάτων. Για παράδειγμα το πρόγραμμα

```
wine x beer :- fish.  
beer x wine :- not fish.
```

εκφράζει την προτίμηση του χρήστη στο κρασί αν φάει ψάρι, ενώ αν δεν υπάρχει κρασί η δεύτερη του προτίμηση είναι η μπύρα. Σε περίπτωση όμως που δεν πάρει κρασί η προτίμηση

του αλλάζει και προτιμάει την μύρα και δεύτερο το κρασί. Για να ικανοποιηθεί το σενάριο μπορεί να παραγγείλει ακριβώς ένα φαγητό και ένα ποτό. Παρά την σημαντικότητα του φορμαλισμού είναι γνωστό ότι σε κάποιες περιπτώσεις δίνει μη διαισθητικά αποτελέσματα. Στην περίπτωση των λογικών προγραμμάτων με διατεταγμένη διάζευξη υπάρχουν πρόσφατες εργασίες που προτείνουν καινούργια σημασιολογία με πολλές τιμές αληθείας που αντιμετωπίζουν αυτές τις περιπτώσεις. Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνήσει κατά πόσο οι πολλές τιμές αληθείας θα έδιναν φυσική σημασιολογία και στην γενικότερη λογική της QCL και της CCL.

Αναφορές

- Brewka et al, *Qualitative choice logic*, Artificial Intelligence, Volume 157, Issues 1–2, August 2004, Pages 203-237. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2004.04.006>
- Bernreiter et al, *Choice logics and their computational properties*, Artificial Intelligence, Volume 311, October 2022. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2022.103755>
- Charalambidis et al, *A Logical Characterization of the Preferred Models of Logic Programs with Ordered Disjunction*. Theory Pract. Log. Program. 21(5): 629-645 (2021). Preprint: <https://arxiv.org/abs/2108.03369>

Γ. Συλλογισμός σε αντιφατικά δεδομένα

Είναι γνωστό ότι αν μια βάση γνώσης περιέχει αντιφάσεις τότε οποιοδήποτε ερώτημα σε αυτή δεν επιστρέφει χρήσιμα αποτελέσματα. Παρόλα αυτά, οι αντιφάσεις στις βάσεις δεδομένων είναι πολύ συχνό φαινόμενο και ο καθαρισμός πάσης φύσεως αντιφάσεων από τα δεδομένα πολλές φορές δεν είναι εφικτή. Γι αυτό τον λόγο η πιο δημοφιλής προσέγγιση είναι ο συλλογισμός με την παρουσία αντιφάσεων με μη-κλασικές λογικές. Πρακτικά, συνηθισμένες τεχνικές μεταφράζουν το πρόβλημα σε πρόβλημα SAT ή σε πρόβλημα ASP. Στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση τεχνικών ώστε να μπορούν να υλοποιηθούν αποδοτικά σε μεγάλες βάσεις γνώσης.

Αναφορές

- Arenas et al, *Consistent query answers in inconsistent databases*, SIGMOD 1999. <https://doi.org/10.1145/303976.303983>
- Caniupán et al, *The consistency extractor system: Answer set programs for consistent query answering in databases*, Data & Knowledge Engineering, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2010.01.005>

Δ. Ανάλυση προγραμμάτων με λογική

Ένας τομέας που χρησιμοποιεί λογική είναι η στατική ανάλυση και η επαλήθευση προγραμμάτων. Οι σχετικές τεχνικές εξάγουν από το πρόγραμμα λογικούς κανόνες (με περιορισμούς) και το πρόβλημα της ανάλυσης ή/και επαλήθευσης ενός προγράμματος ανάγεται στην ικανοποίηση αυτών των κανόνων. Σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι η μελέτη αυτών των τεχνικών και των περιορισμών που έχουν, και η διερεύνηση τεχνικών που μπορούν να εφαρμοστούν για προγράμματα υψηλής τάξης, δηλαδή για προγράμματα που παίρνουν ως είσοδο άλλα προγράμματα.

Αναφορές

- Nikolaj S. Bjørner, Arie Gurfinkel, Kenneth L. McMillan, Andrey Rybalchenko: **Horn Clause Solvers for Program Verification**. Fields of Logic and Computation II 2015: 24-51. Preprint: <https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2016/02/nbjorner-yurifest.pdf>
- Toby Cathcart Burn, C.-H. Luke Ong, Steven J. Ramsay: **Higher-order constrained horn clauses for verification**. Proc. ACM Program. Lang. 2(POPL): 11:1-11:28 (2018). Preprint: <https://arxiv.org/abs/1705.06216>