

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ / ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**Στιβακτάκης Ραδάμανθους
Μεταπτυχιακός Φοιτητής**

**Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης
Επόπτης Μεταπτ. Εργασίας: Καθηγητής, Π. Τσακαλίδης**

Πέμπτη, 31/01/2019, 15:00

Αίθουσα Β108, Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

“ Τεχνικές Βαθιάς Μάθησης στην Επεξεργασία Σημάτων”

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι αρχιτεκτονικές βαθιάς μάθησης έχουν επιφέρει θεμελιώδεις αλλαγές στην έρευνα πολυάριθμων επιστημονικών πεδίων και έχουν πυροδοτήσει τη μεταστροφή από τις πατροπαράδοτες μεθοδολογίες μηχανικής μάθησης και την κατασκευή γνωρισμάτων, στη σχεδίαση αρχιτεκτονικών και στην επονομαζόμενη εκπαίδευση "από άκρη σε άκρη". Ενώ η αποτελεσματικότητα των δικτύων βαθιάς μάθησης μπορεί να αποδοθεί στη σθεναρή ικανότητά τους να εξάγουν συναθροισμένη γνώση, καθώς το πλήθος των διαθέσιμων δεδομένων αυξάνεται, συγχρόνως αποδίδουν απογοητευτικά, όταν εκπαιδεύονται με τη χρήση περιορισμένων σε πλήθος σημειωμένων δεδομένων. Η βασική επιδίωξη αυτής της εργασίας είναι η εξερεύνηση του αντίκτυπου σύγχρονων μεθοδολογιών βαθιάς μάθησης, σε περιπτώσεις έλλειψης ή αφθονίας δεδομένων, σε δύο σημαντικά ερευνητικά θέματα που άπτονται των πεδίων της κοσμολογίας και της τηλεπισκόπησης.

Στην πρώτη περιπτωσιολογική μελέτη θέτουμε επί τάπητος το πρόβλημα εκτίμησης της φασματοσκοπικής ερυθρής μετατόπισης στην αστρονομία. Εξαιτίας της διαστολής του Σύμπαντος και της στατιστικής του ομοιογένειας και ιστροπίας, οι γαλαξίες

απομακρύνονται, κατά μέσο όρο, μεταξύ τους. Αυτή η κίνηση αναγκάζει τα εκπεμπόμενα ηλεκτρομαγνητικά κύματα να μετατοπιστούν από το μπλε τμήμα του φάσματος στο κόκκινο, σύμφωνα με το φαινόμενο Doppler. Η ερυθρή μετατόπιση είναι από τα πιο σημαντικά φαινόμενα στην αστρονομία και την κοσμολογία, καθιστώντας δυνατή τη μέτρηση των αποστάσεων των γαλαξιών. Αρκετές πηγές θορύβου, είτε αστροφυσικής προέλευσης είτε από τα όργανα μετρήσεων, καθιστούν τη διαδικασία εκτίμησης μη-τετριμμένη, ειδικά σε περιπτώσεις αστροφυσικών παρατηρήσεων υψηλού θορύβου. Τα τελευταία χρόνια, έχουν αναζητηθεί νέες προσεγγίσεις για την αξιόπιστη και αυτοματοποιημένη εκτίμηση της ερυθρής μετατόπισης, με σκοπό να ελαχιστοποιηθεί η εξάρτησή μας από τις υπάρχουσες δημοφιλείς τεχνικές που βασίζονται ισχυρά στην ανθρώπινη παρέμβαση. Η εκπλήρωση αυτής της αναζήτησης αποτελεί σοβαρή αναγκαιότητα, σε συνδυασμό με την ακόρεστη παραγωγή απέραντων, σε πλήθος, αστρονομικών δεδομένων που υπάγονται στην κατηγορία των Μεγάλων Δεδομένων. Προτείνουμε μία εναλλακτική προσέγγιση, που μετασχηματίζει το ζητούμενο πρόβλημα από ένα ζήτημα παλινδρόμησης σε ένα πρόβλημα ταξινόμησης πολλαπλών κλάσεων. Έτσι, ανοίγει ο δρόμος για την αξιοποίηση ενός υπερισχύοντος ταξινομητή βαθιάς μάθησης, κοινώς γνωστός ως Βαθιά Νευρωνικά Δίκτυα Συνέλιξης. Αποτιμούμε εκτενώς την προσέγγιση αυτή, με τη χρήση φασματοσκοπικών δεδομένων που αποτελούνται από γαλαξιακές κατανομές φασματικής ενέργειας, μοντελοποιημένα σύμφωνα με την επερχόμενη επισκόπηση του δορυφόρου Ευκλείδη. Η πειραματική ανάλυση σε ιδεαλιστικές και ρεαλιστικές παρατηρήσεις επιδεικνύει τις ισχυρές δυνατότητες του προτεινόμενου σχεδίου.

Στη δεύτερη μελέτη περίπτωσης εξετάζουμε ένα ακμάζον ερευνητικό θέμα στο πεδίο της τηλεπισκόπησης, και συγκεκριμένα την ταξινόμηση κάλυψης γης. Οι συμβατικές μεθοδολογίες που έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν εστιάζουν είτε στην απλοποιημένη περίπτωση του προβλήματος μοναδικών ετικετών, είτε σε προσεγγίσεις βασισμένες σε εικονοστοιχεία, οι οποίες δεν μπορούν να διαχειριστούν αποδοτικά εικόνες υψηλής ανάλυσης. Αντίθετα, το πρόβλημα της ταξινόμησης κάλυψης γης με τη χρήση πολλαπλών ετικετών, παραμένει μέχρι και σήμερα σχετικά ανεξερεύνητο. Παρά το ότι οι μέθοδοι βαθιάς μάθησης και τα Νευρωνικά Δίκτυα Συνέλιξης έχουν επιδείξει μία εκπληκτική ικανότητα στην αντιμετώπιση απαιτητικών προβλημάτων ταξινόμησης εικόνων, όμως δεν καταφέρνουν να ανταποκριθούν στις προσδοκίες σε περιπτώσεις που η εκπαίδευσή τους πραγματοποιείται με τη χρήση περιορισμένων, στο πλήθος, δεδομένων. Για να υπερνικήσουμε το συγκεκριμένο ζήτημα, προτείνουμε μία δυναμική τεχνική επέκτασης των δεδομένων που είναι ικανή να αυξήσει το μέγεθος μικρών συνόλων δεδομένων σε άφθονες ποσότητες. Τα πειράματά μας σε μία παραλλαγή των δεδομένων UC Merced Land Use, με πολλαπλές ετικέτες, επιδεικνύουν τις δυνατότητες του προτεινόμενου πλαισίου, που ξεπερνάει την προϋπάρχουσα αποτελεσματικότερη μέθοδο, κατά ένα ποσοστό της τάξης του 6% στη μετρική του F-score.

Stivaktakis Radamanthys

M.Sc. Thesis

Computer Science Department

University of Crete

Master's Thesis Supervisor: Professor, P. Tsakalides

Thursday 31/01/2019, 15:00

Room B108, Computer Science Dept., University of Crete

“Deep Learning Techniques in Signal Processing”

ABSTRACT

Deep learning architectures have revolutionized research in numerous scientific domains and triggered a paradigm shift from traditional machine learning methodologies and feature engineering to architecture design and the so-called "end-to-end" training. While the efficacy of deep learning networks can be strongly attributed to their vigorous capacity of extracting aggregated knowledge, as the size of the available data increases, at the same time they exhibit an underwhelming performance when trained with a limited amount of annotated examples. Our main aim, in this thesis, is to explore the impact of the utilization of state-of-the-art deep learning methodologies, in both cases of data abundance and data deficiency, in two major research topics in the fields of cosmology and remote sensing.

In the first case study, we address the problem of spectroscopic redshift estimation in astronomy. Due to the expansion of the Universe and its statistical homogeneity and isotropy, galaxies recede from each other on average. This movement causes the emitted electromagnetic waves to shift from the blue part of the spectrum to the red part, due to the Doppler effect. This redshift is one of the most important observables in astronomy and cosmology, allowing the measurement of galaxy distances. Several sources of astrophysical and instrumental noise render the estimation process far from trivial, especially in the low signal-to-noise regime of many astrophysical observations. In recent years, new approaches for a reliable and automated methodology of the redshift evaluation have been sought out, in order to minimize our reliance on currently popular techniques that heavily involve human intervention. The fulfillment of this task has evolved into a grave necessity, in conjunction with the insatiable generation of immense amounts of astronomical data, falling into the category of the so-called Big Data. We propose an alternative approach that transforms the issue at hand from a regression

problem to a multi-class classification task, opening the field for the deployment of a currently dominating deep learning classifier, commonly known as Deep Convolutional Neural Networks. This approach is extensively evaluated on a spectroscopic dataset of full spectral energy galaxy distributions, modelled after the upcoming Euclid satellite galaxy survey. Experimental analysis on observations of idealistic and realistic conditions demonstrate the potent capabilities of the proposed scheme.

In the second case study, we examine a flourishing research topic in the field of remote sensing, namely land cover classification. Conventional methodologies mainly focus either on the simplified single-label scenario or on pixel-based approaches that cannot efficiently handle high resolution images. On the other hand, the problem of multi-label land cover scene categorization remains, to this day, fairly unexplored. While deep learning and Convolutional Neural Networks have demonstrated an astounding capacity at handling challenging image classification tasks, they significantly underperform when trained on limited in size datasets. To overcome this issue, we propose an online data augmentation technique that can drastically increase the size of a smaller dataset to copious amounts. Our experiments on a multi-label variation of the UC Merced Land Use dataset demonstrates the potential of the proposed methodology, which outperforms the current state-of-the-art by more than 6% in terms of the F-score metric.