

ΠΡΟΣ

- 1) **Όλα τα μέλη ΔΕΠ του Τμήματος Επιστήμης Υπολογιστών**
- 2) **Τους εκπροσώπους των Μεταπτυχιακών φοιτητών του Τμήματος Επιστήμης Υπολογιστών**
- 3) **Την Επταμελή Εξεταστική Επιτροπή**
- 4) **Όλα τα μέλη της Πανεπιστημιακής Κοινότητας**

Πρόσκληση σε Δημόσια Παρουσίαση της Διδακτορικής Διατριβής του

κ. Βασιλειάδη Γεωργίου

Την Τετάρτη, 10 Δεκεμβρίου 2014 και ώρα 13:00 στην αίθουσα Κ206 τηλεδιάσκεψης του Τμήματος Επιστήμης Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Κρήτης στο Ηράκλειο, θα γίνει η δημόσια παρουσίαση και υποστήριξη της Διδακτορικής Διατριβής του υποψηφίου διδάκτορος του Τμήματος Επιστήμης Υπολογιστών κ. Βασιλειάδη Γεωργίου με θέμα:

"Επιτάχυνση της Επεξεργασίας Πακέτων Δεδομένων Δικτύου με Χρήση Καρτών Γραφικών"

"Accelerating Stateful Network Packet Processing Using Graphics Hardware"

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ανάγκη για διαφορετικού τύπου υπηρεσίες στον πυρήνα του Internet (όπως firewalls, συστήματα ανίχνευσης και πρόληψης επιθέσεων, συστήματα κατηγοριοποίησης της κίνησης του δικτύου, κλπ.), συνεχώς αυξάνει. Οι υπηρεσίες αυτές πρέπει να εκτελούν περίπλοκες επεξεργασίες στα πακέτα δεδομένων σε όλα τα επίπεδα της στοίβας δικτύου, οι οποίες, όμως, δεν υποστηρίζονται από τους παραδοσιακούς δρομολογητές. Για το λόγο αυτό, έχουν αναπτυχθεί εξειδικευμένες συσκευές (οι οποίες ονομάζονται "middleboxes"). Οι συσκευές αυτές εκτελούν διάφορες μορφές επεξεργασίας - οι οποίες περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, τη λεπτομερειακή ανάλυση των πακέτων, τη κρυπτογράφηση τους και τη συμπίεση.

Επιπλέον, η επεξεργασία των πακέτων που βασίζεται αποκλειστικά σε λογισμικό υπόσχεται την ταχεία ανάπτυξη νέων, εξελιγμένων μορφών επεξεργασίας, χωρίς την ανάγκη για αγορά ακριβού εξοπλισμού. Σε αυτή την διατριβή, προτείνουμε τη χρήση μονάδων επεξεργασίας γραφικών (GPUs) προκειμένου να αυξήσουμε την απόδοση των εφαρμογών επεξεργασίας πακέτων δικτύου. Οι GPUs έχουν εξελιχθεί σε υπολογιστικές συσκευές οι οποίες προσφέρουν μαζικό παραλληλισμό, καθώς περιέχουν εκατοντάδες πυρήνες επεξεργασίας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για υπολογισμούς γενικής χρήσης, πέρα από την χρήση τους σε εφαρμογές γραφικών. Ωστόσο, λόγω των διαφορετικών ιδιοτήτων και περιορισμών των GPUs, δεν είναι πάντα εύκολη υπόθεση να βελτιωθεί η απόδοση του υπάρχοντος λογισμικού.

Η παρούσα διατριβή αναλύει τη χρήση GPUs για την επεξεργασία πακέτων δικτύου (με εσοπτεία κατάστασης) και περιγράφει τεχνικές που απαιτούνται ώστε να βελτιωθεί η επίδοση της. Αρχικά, παρουσιάζουμε μια μελέτη σχετικά με την επιτάχυνση της επεξεργασίας πακέτων χρησιμοποιώντας διακριτές κάρτες γραφικών. Δεύτερον, παρουσιάζουμε μια ευρύτερη αρχιτεκτονική επεξεργασίας πακέτων που παραλληλοποιεί προσεκτικά την επεξεργασία και ανάλυση των πακέτων σε τρία επίπεδα, χρησιμοποιώντας (i) διασυνδέσεις δικτύου με πολλαπλές ουρές, (ii) πολλαπλούς επεξεργαστές (CPUs), και (iii) πολλαπλές GPUs. Τέλος, διερευνούμε το σχεδιασμό ενός framework για την επεξεργασία πακέτων βασισμένο σε GPUs, το οποίο προσδιορίζει έναν αρθρωτό (modular) μηχανισμό για τον προγραμματισμό εφαρμογών επεξεργασίας πακέτων, το οποίο περιορίζει τις μεταφορές δεδομένων και τις περιττές επεξεργασίες. Τα πειραματικά αποτελέσματα μας δείχνουν ότι η ορθή υλοποίηση εφαρμογών επεξεργασίας πακέτων βασισμένες σε GPUs, μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση έως και 5,5 φορές πιο γρήγορα από ότι μία 8-πύρινη CPU.

Επόπτης Διδακτορικής Διατριβής: Καθηγητής Ευάγγελος Μαρκάτος

ABSTRACT

The need for differentiated services (such as firewalls, network intrusion detection/prevention systems and traffic classification applications) that lie in the core of the Internet, instead of the end points, constantly increases. These services need to perform complex packet processing operations at upper networking layers, which, unfortunately, are not supported by traditional edge routers. To address this evolution, specialized network appliances (called "middleboxes") are deployed, which typically perform complex packet processing operations — ranging from deep packet

inspection operations to packet encryption and redundancy elimination. Packet processing implemented in software promises to enable the fast deployment of new, sophisticated processing without the need to buy and deploy expensive new equipment. In this thesis, we propose to increase the throughput of packet processing operations by using Graphics Processing Units (GPUs). GPUs have evolved to massively parallel computational devices, containing hundreds of processing cores that can be used for general-purpose computing beyond graphics rendering. GPUs, however, have a different set of constraints and properties that can prevent existing software from obtaining the improved throughput benefits GPUs can provide.

This dissertation analyzes the tradeoffs of using modern graphics processors for stateful packet processing and describes the software techniques needed to improve its performance. First, we present a deep study into accelerating packet processing operations using discrete modern graphics cards. Second, we present a broader multi-parallel stateful packet processing architecture that carefully parallelizes network traffic processing and analysis at three levels, using multi-queue network interfaces (NICs), multiple CPUs, and multiple GPUs. Last, we explore the design of a GPU-based stateful packet processing framework, identifying a modular mechanism for writing GPU-based packet processing applications, eliminating excessive data transfers as well as redundant work found in monolithic GPU-assisted applications. Our experimental results demonstrate that properly architecting stateful packet processing software for modern GPU architectures can improve throughput up to 5.5 times faster than on an eight-core CPU.

Supervisor: Professor Evangelos Markatos