

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ / ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Χατζηβασιλείου Αντώνιος

Μεταπτυχιακός Φοιτητής

Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Επόπτης Μεταπτυχιακής Εργασίας: Αναπλ. Καθηγητής, Ξ. Δημητρόπουλος

Παρασκευή, 1 Οκτωβρίου 2021 , ώρα 10:00 π.μ.

Join Zoom Meeting

<https://zoom.us/j/96695010593>

**“P4Debugger: Παρακολούθηση αλλαγών δικτύου χρησιμοποιώντας
προσαρμοσμένες κεφαλίδες και καταγραφή πινάκων”**

Περίληψη

Οι αυξανόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών για αποδοτικό και ευέλικτο δίκτυο έχουν οδηγήσει τις επιχειρήσεις να επεκταθούν στο Software Defined Networking (SDN). Το SDN είναι μια τεχνολογία που αλλάζει τον τρόπο λειτουργίας των δικτύων διαχωρίζοντας τη λογική ελέγχου του δικτύου από τα υποκείμενα switches και routers, προωθώντας τον συγκεντρωτισμό του ελέγχου του δικτύου και εισάγοντας τη δυνατότητα προγραμματισμού του. Αυτό επιτρέπει στους διαχειριστές δικτύου να χρησιμοποιούν συσκευές δικτύου και να τις εποπτεύουν από έναν προγραμματιζόμενο ελεγκτή. Ωστόσο, η διαμόρφωση αυτών των προγραμματιζόμενων συσκευών σε συνδυασμό με τη σημαντική αύξηση των κεφαλίδων πρωτοκόλλου, αυξάνει την πολυπλοκότητα και τις καθιστά επιρρεπείς σε σφάλματα. Το P4 είναι μια γλώσσα που λειτουργεί σε συνδυασμό με τοSDN, η οποία εκφράζει τον τρόπο με τον οποίο τα πακέτα προωθούνται από τις προγραμματιζόμενες συσκευές δικτύου και έχουν τη δυνατότητα προσθήκης προσαρμοσμένων κεφαλίδων σε πακέτα.

Σε αυτήν την εργασία, εισάγουμε το P4debugger, ένα πρωτότυπο πρόγραμμα εντοπισμού σφαλμάτων δικτύου για προγραμματιστές SDN το οποίο εκμεταλλεύεται τις ικανότητες του P4. Το πρόγραμμα εντοπισμού σφαλμάτων χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος είναι ότι χρησιμοποιούμε μια προσαρμοσμένη κεφαλίδα για να εισάγουμε πληροφορία σε κάθε πακέτο που περνάει από το switch με αποτέλεσμα να μπορούμε να κάνουμε ιχνηλάτηση του πακέτου, να εντοπίσουμε τυχόν βρόχους, καθώς και να ελέγξουμε για κάποια παραβίαση της πολιτικής του δικτύου. Για τον

έλεγχο των επιπλέον πληροφοριών, χρησιμοποιούμε παρατηρητές που αναλύουν δειγματοληπτικά τα πακέτα που περνούν από κάθε switch. Οι διαχειριστές δικτύου χρησιμοποιώντας τους παρατηρητές, κατανοούν τη συμπεριφορά του δικτύου με βάση τα πεδία στην προσαρμοσμένη κεφαλίδα των πακέτων. Το δεύτερο μέρος της εφαρμογής μας είναι ότι οι ελεγκτές μας αποθηκεύουν τους πίνακες ροής πριν κάνουν οποιοσδήποτε αλλαγές σε αυτούς. Κατασκευάσαμε μια εφαρμογή ιστού για προεπισκόπηση μιας οπτικής αναπαράστασης της τοπολογίας του δικτύου και με βάση τις ροές που είχε το switch σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, η εφαρμογή ιστού προσομοιώνει τη συμπεριφορά της. Χρησιμοποιώντας αυτήν την εφαρμογή ιστού, ο χρήστης είναι σε θέση να παρατηρήσει την δυνατότητα προσέγγισης του δικτύου καθώς και προβλήματα όπως οι βρόχοι.

Αξιολογούμε τη διατριβή μας παρουσιάζοντας τρία συνήθη λάθη που παρατηρούν οι προγραμματιστές SDN, τα οποία παρέχουν ένα σταθερό παράδειγμα για το πώς το P4debugger βοηθά έναν προγραμματιστή να βρει την πηγή του προβλήματος. Τέλος, υπολογίσαμε τις επιπτώσεις που έχει ο P4debugger όσον αφορά την απόδοση του δικτύου, καταλήγοντας ότι συνεισφέρουμε ένα πολύτιμο εργαλείο στους διαχειριστές δικτύου.

University of Crete

Computer Science Department

M.Sc. Thesis

Antonios Chatzivasileiou

Master's Thesis Supervisor: Associate Professor, X . Dimitropoulos

Friday, 1 October 2021, 10:00 a.m.

Join Zoom Meeting

<https://zoom.us/j/96695010593>

"P4Debugger: Tracing through Network Changes using custom headers and table versioning"

Abstract

The increasing consumer demands for network performance and flexibility have led enterprises to expand in Software Defined Networking (SDN). SDN is a technology that changes the way that networks work by separating the network's control logic from the underlying switches and routers, promoting centralization of network control, and introducing the ability to program the network. This allows Network administrators to use network devices and supervise them from a programmable controller. However, configuring these devices in combination with the significant growth of protocol headers increases the complexity and makes them prone to bugs. P4 is a language that

works in conjunction with SDN, which expresses how packets are forwarded by the programmable network devices and have the ability to add custom headers to packets.

In this thesis, we introduce P4debugger, a prototype network debugger for SDN developers which exploits the abilities of the P4. Our debugger is divided into two parts; The first part is that we taint each packet that passes through the switch with some information that allows us to backtrace them, detect loops, as well as inspect them for any policy violation. For inspecting the extra information, we use monitors that sample and analyze the packets that pass through each switch. Network administrators can preview from these monitors the behavior of the network based on the fields in the custom header of the packets. The second part of our implementation is that our controllers save the state of the flow tables before they make any changes to them. We implemented a web app to preview a visual representation of the network topology, and based on the flows the switch had at a specified time, the web app simulates its behavior. By employing this web app, the user is capable of observing the reachability as well as problems such as network loops.

We evaluate our thesis by presenting three errors commonly seen by SDN programmers, which provide a solid example of how P4debugger helps a programmer find the source of the problem. Finally, we calculated the overhead that P4debugger applies to the network topology, concluding that we contribute a valuable tool to Network administrators.