

Πολυδιάστατες Δομές Δεδομένων

Project 2021-2022

DHTs (Chord)



Στυλιανός Στυλιανάκης

1059713

Χάρης Καπ

1000000

Πάρης Σεργιάννης

1000000

Κωνσταντίνος Κωστόπουλος

1000000

Θεωρία

Distributed Hash Tables

Οι κατανεμημένοι πίνακες κατακερματισμού είναι μία δομή **αποκεντροποιημένης** διαμοίρασης αρχείων, δομημένων σε ζευγάρια κλειδιού-τιμής.

Κάθε **κόμβος** ενός DHT είναι υπεύθυνος για την αποθήκευση ενός υποσυνόλου κλειδιών και των τιμών τους, οι οποίες μπορεί να είναι οποιουδήποτε τύπου δεδομένων. Τα κλειδιά είναι μοναδικά αναγνωριστικά που δημιουργούνται μετά από **κατακερματισμό** των δεδομένων τιμών, ενώ οι κόμβοι που συμμετέχουν στη δομή δρουν ως **ισάξιες** οντότητες για τον διαμοιρασμό των αρχείων.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των DHTs είναι ότι οι κόμβοι μπορούν να εισέρχονται και να απομακρύνονται από το σύστημα με συνοπτικές διαδικασίες ανανέωσης κλειδιών. Για αυτόν το λόγο, τέτοια συστήματα έχουν τη δυνατότητα να **κλιμακώνονται** μέχρι και έναν πολύ μεγάλο αριθμό κόμβων, ενώ η **ανοχή** τους **στις βλάβες** τα καθιστά ικανά να διαχειρίζονται **ταυτόχρονες** αφίξεις και αναχωρήσεις κόμβων.

Chord

Το Chord είναι ένα **πρωτόκολλο** κατανεμημένων πινάκων κατακερματισμού, το οποίο παρουσιάστηκε από το MIT το 2001, βελτιώνει δραματικά την **πολυπλοκότητα** (και άρα το χρόνο) των αναζητήσεων κλειδιών.

Για την ισοκατανομή των κλειδιών στους κόμβους, το Chord χρησιμοποιεί **consistent hashing** αλγόριθμους για τον κατακερματισμό των κλειδιών. Συγκεκριμένα, ο βασικός αλγόριθμος που χρησιμοποιείται είναι ο **SHA-1**, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε και στην εργασία, ύστερα από τροποποίησή του για να περιοριστούν οι τιμές σε μικρότερους **χώρους κατακερματισμού**, όπως φαίνεται παρακάτω.

```
def hash_func(key: str) -> int:
    hash_out = hashlib.sha1()
    hash_out.update(bytes(key.encode("utf-8")))
    return int(hash_out.hexdigest(), 16) % HS
```

1

¹ HS ορίζει το χώρο κατακερματισμού και ισούται με 2^{KS} , όπου KS είναι το μέγεθος του κλειδιού σε bits.

Για την επιτάχυνση της αναζήτησης κλειδιών, οι κόμβοι αποθηκεύουν έναν πίνακα δρομολόγησης, γνωστό ως **finger table**, ο οποίος περιέχει KS εγγραφές. Κάθε εγγραφή αποτελείται από μία θέση και έναν κόμβο, ο οποίος ευθύνεται (πιθανώς μεταξύ άλλων και) για τα κλειδιά τα οποία ανήκουν στο διάστημα [θέση, κόμβος εγγραφής]. Η θέση της i -οστής εγγραφής του finger table ενός κόμβου n υπολογίζεται από τον τύπο $n + 2^{i-1} \% HS$. Για να βρει τον κόμβο που είναι υπεύθυνος για την παραπάνω θέση, ο κόμβος n κάνει ουσιαστικά **αναζήτηση** όπως θα έκανε και για κάποιο κλειδί και τελικά βρίσκει τον υπεύθυνο κόμβο και τον προσθέτει στην εγγραφή.