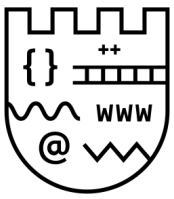


Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Τμήμα Πληροφορικής

Τεχνική αναφορά για NCO-04-05

Υλοποίηση του αλγόριθμου CRC

Αλέξανδρος Κόρκος
alexkork@csd.auth.gr
3870

Θεσσαλονίκη, 28 Δεκεμβρίου 2022

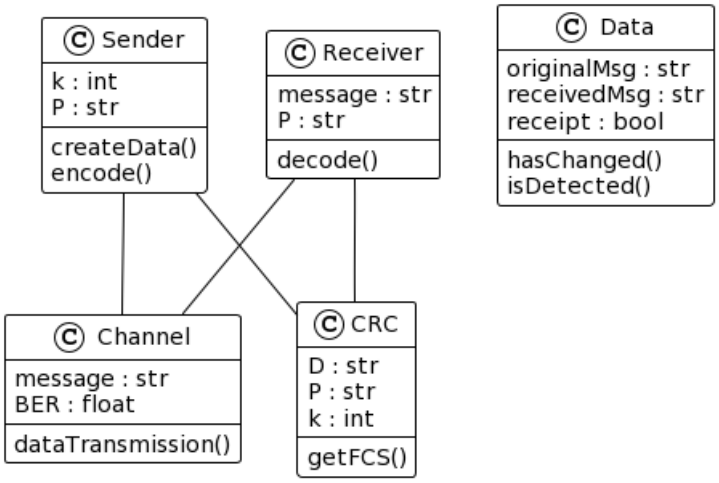
Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1

Υλοποίηση

Η υλοποίηση του αλγορίθμου άλλα και του περιβάλλοντος προσομοίωσης έγινε στην γλώσσα Python.

Μια σύντομη περιγραφή τον κλάσεων που χρησιμοποιήθηκαν φαίνεται παρακάτω.



Σχήμα 1.1: Αναπαράσταση UML

Η κλάση Data είναι μια βοηθητική κλάση για τον χειρισμό των δεδομένων από την προσομοίωση της αποστολής μηνυμάτων, για αυτό το λόγο δεν θα εξετασθεί σε αυτή την τεχνική αναφορά.

1.1 Η κλάση CRC

Η υλοποίηση του αλγορίθμου CRC πραγματοποιείται στην μέθοδο getFCS() της κλάσης CRC.

```
1  def getFCS(self) -> str:
2      self.D += '0' * (self.k - 1)
3
4      copyOfD = self.D[:self.k]
5
6      def XOR(a, b) -> str:
7          ans = ""
8          for i in range(1, len(b)):
9              ans += str(int(a[i]) ^ int(b[i]))
10         return ans
11
12     i = self.k
13
14     while i < len(self.D):
15         if copyOfD[0] == '0':
16             copyOfD = XOR('0'*i, copyOfD)
17         else:
18             copyOfD = XOR(self.P, copyOfD)
19         copyOfD += self.D[i]
20         i += 1
21
22     if copyOfD[0] == '0':
23         copyOfD = XOR('0'*i, copyOfD)
24     else:
25         copyOfD = XOR(self.P, copyOfD)
26
27     return copyOfD
```

Κώδικας 1.1: Υπολογισμός του FCS

Στην γραμμή 2 γίνεται η τοποθέτηση των k μηδενικών δεξιά του D.

Από την γραμμή 6 έως 10, υλοποιείται η συνάρτηση XOR όπου προχωράει στην πράξη xor μεταξύ δυο δυαδικών αριθμών και επιστρέφει το αποτέλεσμα της πράξης. Η συνάρτηση αυτή θα χρησιμοποιηθεί στην διαίρεση mod-2 παρακάτω.

Στις γραμμές 14 με 25, γίνεται η διαίρεση mod-2 μεταξύ του P (μήκους k) και του αριθμού που δημιουργήθηκε στην γραμμή 2 (μήκους n). Σε κάθε βήμα της διαίρεσης, γίνεται η πράξη xor μεταξύ ενός αντίγραφου του D (μήκους k) και του αριθμού P. Το υπόλοιπο της πράξης, κρατιέται και του προστίθεται στο τέλος ένα bit το οποίο προέρχεται από τον αριθμό D (δηλ. κατεβαίνει ένα bit στο υπόλοιπο). Ο νέος αυτός αριθμός διαιρείται με την σειρά του με το P. Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να μην υπάρχουν άλλα ψηφία από τον αριθμό D, να κατέβουν στο υπόλοιπο.

Στο απόσπασμα του κώδικα, δεν αγνοείται κ η περίπτωση όπου ο το D θα έχει ένα ή παραπάνω μηδενικά στην αρχή του (βλ. γραμμή 15, 16).

1.2 Η κλάση Sender

Στην κλάση Sender γίνεται η παράγωγή τυχαίων δεδομένων και η κωδικοποίηση τους.

```
1  def createData(self) -> str:
2      D = ""
3      for _ in range(self.k):
4          D += str(randint(0, 1))
5      return D
6
7  def encode(self) -> str:
8      D = self.createData()
9      fcs = CRC(D, self.P).getFCS()
10     return D + fcs
```

Κώδικας 1.2: Οι μέθοδοι της κλάσης Sender

Από την γραμμή 1 έως 5, γίνεται η παραγωγή ενός τυχαίου δυαδικού μηνύματος (μήκους k). Για αυτό το λόγο χρησιμοποιείται η μέθοδος randint για την τυχαία αναπαραγωγή είτε του 0 είτε του 1.

Στις σειρές 7 - 10, δημιουργούνται κάποια τυχαία δεδομένα (μέσω της createData()) και η ακολουθία FCS για τα δεδομένα αυτά, ενώ τέλος γίνεται η συνένωση τους και επιστρέφεται.

1.3 Η κλάση Receiver

Η μοναδική μέθοδος αυτής της κλάσης, αποκωδικοποιεί τα δεδομένα και ελέγχει την ορθότητα τους.

```
1  def decode(self) -> bool:
2      crc = CRC(self.message, self.P)
3      if int(crc.getFCS()) == 0:
4          return True
5      return False
```

Κώδικας 1.3: Η μέθοδος decode()

Η παραπάνω μέθοδος εκτελεί διαίρεση mod-2 μεταξύ του κωδικοποιημένου μηνύματος (δηλ. δεδομένα + FCS) και του αριθμού P. Αν το αποτέλεσμα είναι 0 τότε σημαίνει πως το μήνυμα δεν έχει αλλοιωθεί.

1.4 Η κλάση Channel

Η κλάση Channel αναπαριστά ενόρυβο κανάλι.

```python
def dataTransmission(self) -> str:
    msg = ""
    for i in range(len(self.message)):
        if uniform(0, 1) < self.BER:
            if self.message[i] == "0":
                msg += "1"
            else:
                msg += "0"
        else:
            msg += self.message[i]
    return msg
```

Κώδικας 1.4: Η αλλοίωση των δεδομένων

Η μοναδική μέθοδος της Channel, αλλοιώνει κάποιο ή κάποια bit του μηνύματος με κάποια τυχαία συχνότητα και επιστρέφει το λανθασμένο μήνυμα.

Κεφάλαιο 2

Αξιολόγηση δεδομένων

Για την αξιολόγηση του αλγορίθμου CRC, χρησιμοποιήθηκε προσομοίωση με 10,000,000 τυχαίων μηνυμάτων. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης.

	Πληθάριθμος μηνυμάτων	Ποσοστιαίος αριθμός μηνυμάτων (%)
Αλλοιωμένα μηνύματα	247,567	2.47567
Αλλοιωμένα μηνύματα που εντοπίστηκαν	247,471	2.47471
Αλλοιωμένα μηνύματα που δεν εντοπίστηκαν	96	0.03877

Πίνακας 2.1: Αποτύπωση δεδομένων

Όπως φαίνεται από το πίνακα 2.1 ένα πάρα πολύ μικρός αριθμός μηνυμάτων που αλλοιώθηκαν δεν εντοπίστηκε (μόλις 96 στα 247,567). Συνεπώς, μπορεί να βγει το συμπέρασμα πως ο αλγόριθμος CRC είναι ιδιαίτερα αποδοτικός στο να εξασφαλίζει σφάλματα τα οποία συμβαίνουν κατά την μετάδοση ενός μηνύματος.

Βιβλιογραφία

[1] Stallings W., *Επικοινωνίες Υπολογιστών και Δεδομένων*, Εκδόσεις Τζιόλα, 2011.