

מבוא לרשתות מחשבים אביב תש"ף

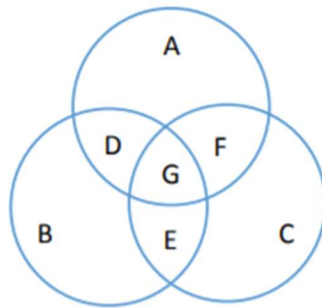
תרגיל בית 5

תאריך הגשה: 25/6/2020

האחראי על התרגיל: דן אהרונסון, דוא"ל danaa@cs.technion.ac.il
נמקו היטב אך בקצרה את כל תשובותיכם. תשובה לא מנומקת לא תזכה במלוא הניקוד!
הגשה מוקדמת תזכה בבנוס של 5 נקודות.
ההגשה מומלצת בזוגות וההגשה הינה אלקטרונית!

שאלה 1 – CSMA/CA

נתונה רשת WIFI המשתמשת בפרוטוקול CSMA/CA עם *virtual carrier sensing* בעלת המבנה הבא:



נתון כי כל התחנות בעלות רדיוס שידור זהה על כן, כפי שראינו בתרגול, המעגלים מציינים את התחנות אשר מסוגלות לתקשר זו עם זו. כמו כן, המרחקים בין התחנות בצירוף המרחקים במציאות ומהירות התפשטות ההודעות במרחב זהה עבור כל התחנות.

עבור כל אחד מההיגדים הבאים ציינו אם הוא נכון או לא נכון ונמקו.

- תחנה A לא יכולה לשלוח מידע לתחנה C.
- ברשת זו לא קיים ה-*hidden terminal effect* (אפקט התחנה העלומה).
- תיתכן התנגשות בין הודעת RTS מתחנה B והודעת CTS מתחנה C.
- אם תחנה A שולחת בהצלחה (ללא התנגשות) הודעת RTS לתחנה F בדיוק באותו הרגע בו תחנה B שולחת בהצלחה הודעת RTS לתחנה E וארבעת אלה התחנות היחידות שמסדרות, אזי תהליך התקשורת של A ו-F ושל B ו-E יסתיים בהצלחה.
- נניח שתחנה E שולחת הודעה לתחנה D. אם תחנה C לא קיבלה את הודעת ה-RTS מתחנה E ולא שידרה כלל עד הרגע ש-E מקבלת בו בהצלחה את ה-CTS מ-D אז התקשורת של D ו-E תמיד תסתיים בהצלחה. הניחו שרק שלושת התחנות הללו משדרות.
- נניח שתחנה F שלחה בהצלחה הודעת RTS לתחנה C. בנוסף, נניח כי תחנה A לא שמעה אותה ולא השתתקה, אבל היא גם לא שידרה עד הרגע ש-F מקבלת בהצלחה את ה-CTS. במצב זה התחנה A עלולה להפריע לשליחת ה-DATA של תחנה F.

שאלה 2 – DOCSIS

נתונה רשת DOCSIS עם מספר תחנות גדול מאוד ($N \rightarrow \infty$) שכולן תמיד רוצות לשדר מידע. הגישה לערוץ העולה מנוהלת לפי reservation ALOHA עם שינוי שכינת ה-CMTS מסמן כל חריץ באחת משלוש דרכים:

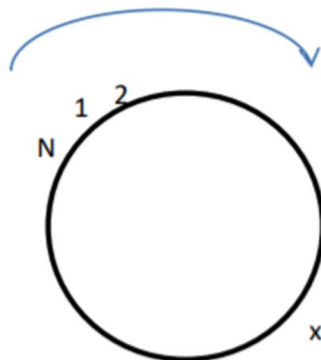
1. "החריץ מוזמן עבור תחנה כלשהי D "
2. "החריץ פנוי עבור הזמנת הודעה ארוכה"
3. "החריץ פנוי עבור הזמנת הודעה קצרה"

אם ה-CMTS מקבל בקשה להודעה ארוכה, הוא מקצה לתחנה $2T$ חריצים בערוץ העולה, ואם הוא מקבל בקשה להודעה קצרה, הוא מקצה לתחנה T חריצים (אנחנו מניחים שהודעות מידע באורך של T או $2T$ חריצים). ה-CMTS מודיע מיד לתחנה על קבלת הבקשה באמצעות הודעת בקרה הנשלחת בערוץ היורד. נתון ש- $b \in (0,1)$ מתוך החריצים הפנויים מסומנים ע"י ה-CMTS עבור הזמנת הודעה קצרה וגם נתון שכל תחנה שרוצה לשדר הודעת מידע בערוץ העולה ממתינה לחריץ המסומן כפנוי, ומשדרת בו הזמנה בהסתברות $\frac{1}{N}$. הניחו שתחנה המזמינה הודעה ארוכה תשדר הודעה ארוכה. בנוסף, תתכן שגיאת שידור בהסתברות p בחריץ כלשהו. הודעת הזמנה שנפלה בה שגיאה תיזרק ע"י ה-CMTS. הודעת מידע שנפלה בה שגיאה תטופל ברמת האפליקציה.

- א. נניח שרק $\frac{1}{2}$ מהתחנות מנסות להזמין הודעות ארוכות (כולן מנסות להזמין הודעות קצרות). חשבו את הניצולת של הערוץ העולה.
- ב. נתון ש: $p = 10^{-5}, T = 8$. מהו הערך של b בטווח $\left[\frac{1}{5}, \frac{4}{5}\right]$ שממקסם את הניצולת? מהו הערך המקסימלי שמתקבל?
- ג. חזרו על סעיפים א' ו-ב' כאשר כעת נניח שרק $\frac{1}{3}$ מהתחנות מנסות להזמין הודעות ארוכות.

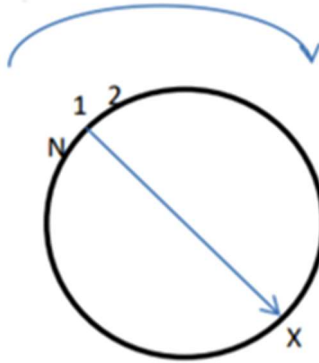
שאלה 3 – RPR

נתונה רשת חד-רשת RPR חד-כיוונית בעלת N תחנות הממוספרות $1, 2, \dots, N$. כיוון הקשתות הוא כזה שמתחנה i יש קשת לתחנה $[i \bmod N] + 1$.



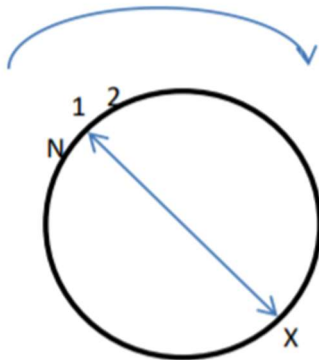
- א. ידוע שהתחנה השולחת נמצאת באחת מ- x התחנות הראשונות (מפולג אחיד) והתחנה המקבלת מפולגת בצורה אחידה על כל הרשת. מהו המרחק הממוצע שהודעה תעבור? הניחו שלכל התחנות תמיד יש הודעות לשליחה.

מנהל הרשת החליט להוסיף קו חד-כיווני מהתחנה 1 לתחנה x (פרט לכך זאת טבעת רגילה).



- ב. מהו המרחק הממוצע שהודעה תעבור ברשת הזאת? כאשר אתם פותרים הניחו ש: N ו- x הם גדולים מאוד ולכן ניתן להזניח חיבור וחסור במספרים קבועים (לא ניתן להזניח את x).
רמז: פצלו למקרים, באופן דומה לתרגול, עבור התחנות $1, 2, \dots, x-1$ ו- N, x, \dots (וגם עבור היעדים בהתאם לצורך) ותעשו ניתוח יחסית גס.
 ג. מהו ה- x שממקסם את הניצולת ברשת ומהי ניצולת זו?

כעת הוחלט שהקו מתחנה 1 לתחנה x יהיה דו-כיווני.



- ד. מהו המרחק הממוצע שהודעה תעבור ברשת עם השינוי המוצע? שוב כאשר אתם פותרים הניחו ש: N ו- x הם גדולים מאוד ולכן ניתן להזניח חיבור וחסור במספרים קבועים (לא ניתן להזניח את x).
רמז: פצלו למקרים, באופן דומה לתרגול, עבור התחנות $1, 2, \dots, x-1$ ו- N, x, \dots ועבור היעדים תבצעו ניתוח גס יחסית.
 ה. מהו ה- x שממקסם את הניצולת ברשת ומהי ניצולת זו?

שאלה 4 – Bitmap

ברשת ישנן N תחנות הממוספרות מ-1 עד N . התחנות מתחרות על ערוץ משותף ומשתמשות בפרוטוקול *Bitmap* כדי למנוע התנגשויות. אורך מסגרת המידע ברשת הוא d סיביות, קצב השידור הוא R סיביות לשנייה וזמן ההתפשטות הוא T_p . כל תחנה יודעת את מספרה ברשת וכל התחנות מסונכרנות על אותו שעון. בשלב שידור המפה, כל תחנה בתורה (החל מ-1 ועד N) משדרת לערוץ המשותף דגל אחד: 0 – אם אין לה מסגרת מידע לשידור ו-1 אם יש לה.

לאחר שלב זה, התחנות שביקשו לשדר משדרות לערוץ בתורן על פי הסדר את מסגרות המידע. לאורך השאלה הניחו שבמחזור אחד של הפרוטוקול בממוצע $\frac{1}{4}$ מהתחנות רוצות לשדר מידע ושיש סיגנל של שעון מרכזי שמאותת לתחנות בכל מחזור על תחילת שידור מפת הדגלים (ה-*Bitmap*).

א. חשבו את הניצולת בערוץ.

ב. האם הניצולת תשתפר אם קצב השידור יגדל פי 2? נמקו!

ג. קיים פגם במערכת וכשתחנה מסוימת משדרת 0 בשלב שידור הדגלים, בהסתברות p שאר התחנות שומעות 0, ובהסתברות $1 - p$ שומעות 1. פעולת הפגם בתחנה אחת היא ב"ת בפעולתו בתחנות אחרות. מהי ניצולת הערוץ כעת?