

תכנ רשתות (046335)

בחינת מועד ב'

1. יש לכתוב את התשובות בכתב יד ברור ולהתחיל כל תשובה בדף נפרד (תשובה שתיכתב בכתב לא ברור לא תיבדק!).
2. יש להסביר כל תשובה. תשובה ללא הסבר לא תזכה בנקודות, אלא אם נאמר אחרת.
3. יש לענות על השאלות במחברת הבחינה.
4. מותר כל חומר עזר.
5. בבחינה ארבע שאלות, יש לענות על כולן.
6. יש לשים לב כי לשאלות מוקצה ניקוד שונה. מומלץ לתכנן את הזמן בהתאם.
7. משך הבחינה 3 שעות.

ב ה צ ל ח ה !!!

שאלה מספר 1 (30 נק')

- נתונה רשת בה לכל קו (i,k) יש השהייה קבועה d_{ik} . ברשת יש שני סוגים של הודעות:
- הודעות "פשוטות", אשר אינן דורשות עיבוד בצמתים (זמן עיבוד = 0).
 - הודעות "מורכבות": כאשר הודעה מורכבת עוברת דרך צומת ביניים i , בדרכה מהמקור ליעד i אינו המקור ואינו היעד), אזי צומת i נדרש לבצע עיבוד, הגוזל השהייה של t_i .

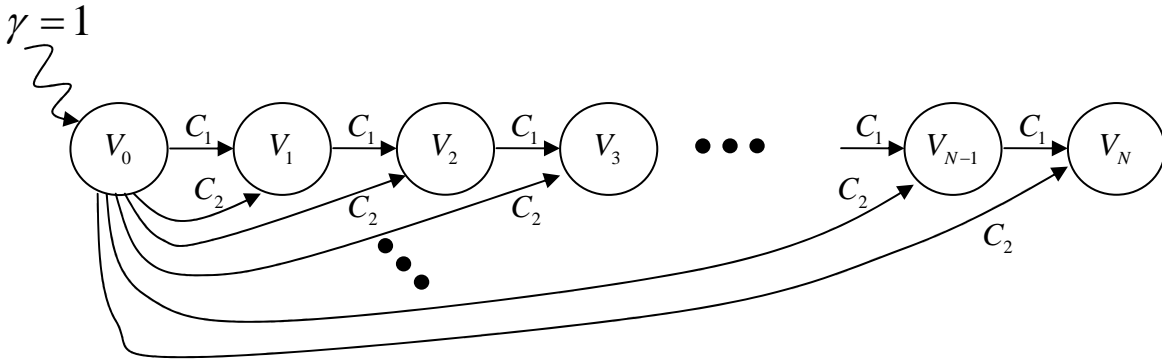
בשאלה נדון בנייתוב הודעות לצומת יעד בודד $dest$.

עבור כל אחד מהמקרים אי-ג' שלהלן, יש לקבוע האם ניתן להשתמש באלגוריתם של Dijkstra ע"מ למצוא את מסלולי הניתוב הנדרשים מכל צומת מקור לצומת היעד $dest$, עבור כל אחד משני סוגי ההודעות. אם כן – יש לתאר את ההתאמה הנדרשת באלגוריתם של Dijkstra. אם לא – יש להסביר מדוע.

- א. נדרש כי המסלול מהמקור ליעד יהיה בעל השהיית קוים מינימלית.
 - ב. נדרש כי המסלול מהמקור ליעד יהיה בעל השהייה כוללת (קוים+עיבוד) מינימלית.
 - ג. נדרש כי המסלול מהמקור ליעד יהיה בעל השהיית עיבוד מינימלית.
- בסעיפים ד'-ה' שלהלן נניח כי השהייה העיבוד של כל צומת היא יחידה אחת ($t_i \equiv 1$), ונתייחס להודעות מורכבות בלבד. בכל סעיף יש להציע אלגוריתם מתאים לחישוב המסלולים.
- ד. דרוש לנתב את ההודעות המורכבות כך שהשהיית הקוים תהייה מינימלית, תחת האילוץ שהשהיית העיבוד תהייה קטנה ממספר חיובי נתון T .
 - ה. דרוש לנתב את ההודעות המורכבות כך שהשהיית העיבוד תהייה מינימלית, תחת האילוץ שהשהיית הקוים תהייה קטנה ממספר חיובי נתון D .

שאלה מספר 2 (20 נק')

נתונה הרשת הבאה :



ההשהיה של הודעה בכל קו l נתונה ע"י: $T_l = \frac{1}{C_l - f_l}$.

לכל קו במסלול העליון קיבול C_1 ולכל קו במסלולים התחתונים קיבול C_2 .

V_0 הינו צומת המקור ו- V_N הינו צומת היעד, ודרישת התעבורה ביניהם הינה: $\gamma = 1$.

א. בסעיף זה נניח כי :

- C_1 הינו מספר שלם, $C_1 \geq 3$.
- $C_2 = 1$.

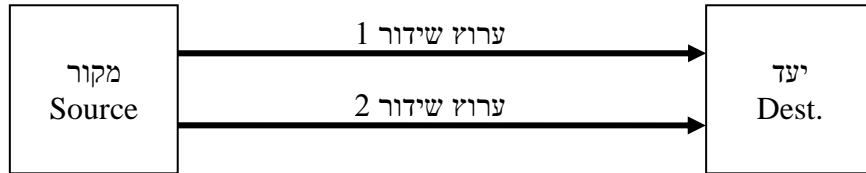
מהו הערך המקסימלי של N (כפונקציה של C_1), עבורו הזרימה האופטימלית (הממזערת את תוחלת ההשהייה של הודעות ברשת) עוברת כולה במסלול העליון?

ב. בסעיף זה N הוא פרמטר, $N \geq 1$, לאו דווקא הערך שנקבע בסעיף א'. יש לקבוע את הערכים של C_1 ושל C_2 , ולנתב את הזרימה γ , כך שתוחלת ההשהייה של הודעות ברשת תהיה מינימלית, תחת האילוץ שסך כל הקיבולים ברשת הינו לכל היותר ערך נתון C , $C > N\gamma$.
רמז: יש להיעזר ב"הגיון בריא".

שאלה מספר 3 (35 נקודות):

מטרת שאלה זו להשוות בין ביצועיהם של מספר חלופות לבקרת מספר ההודעות ברשת.

נתונה המערכת הבאה:



המקור מייצר הודעות בקצב פואסוני עם פרמטר λ . ההודעות ישודרו בערוצים 1,2 לפי מנגנון שיתואר בהמשך, כאשר בכל ערוץ משך השידור מפולג אקספוננציאלית עם פרמטר $\mu/2$. היעד מחזיר למקור חיווי על קבלת הודעה בערוץ נפרד מיוחד. זמן שידור החיווי זניח. כל הערוצים (שידור, חיווי) הינם ערוצים אמינים וההודעות והחיוויים מגיעים תמיד. לאורך כל השאלה ניתן להשתמש בסימון $\rho \equiv \lambda/\mu$.

אפשרות 1:

כל הודעה שמיוצרת במקור מועברת לשידור בערוץ 1 בהסתברות $1/2$, או לערוץ 2 בהסתברות $1/2$. המקור מפעיל בקרת חלון בגודל 2 על מספר ההודעות במערכת.

- יש לתאר דיאגרמת רשת תורים סגורה מתאימה.
- יש לחשב את הסתברויות מצבי המערכת $P(\bar{n})$ (כולל חישוב $G(N)$).
- יש לחשב את תעבורת ההודעות המגיעות ליעד.

אפשרות 2:

היעד מוסיף לחיווי מידע מאיזה ערוץ הגיעה ההודעה. המקור מפעיל מנגנון בקרה המבטיח שבכל אחד מערוצי השידור תהיה הודעה אחת לכל היותר (סה"כ 2 הודעות במערכת). במידה ושני ערוצי השידור פנויים הודעה תועבר לשידור בהסתברות $1/2$ בערוץ 1, ובהסתברות $1/2$ בערוץ 2. יש לשים לב: מנגנון זה אינו בקרת חלון כפי שנלמד בכיתה היות שמעבר הודעות בין התורים תלוי במצב המערכת.

- יש לתאר את מצבי שיווי המשקל של המערכת בדיאגרמה. יש לפרט את קצבי המעבר בין המצבים. רמז: יש ארבעה מצבים.
- יש לחשב את הסתברויות שיווי המשקל של המערכת.
- יש לחשב את תעבורת ההודעות המגיעות ליעד.

אפשרות 3:

המקור משדר כל הודעה בשני הערוצים. היעד יודע להבחין בעותקים הזהים והוא מטפל רק בעותק הראשון המגיע (כלומר העותק המגיע בזמן המינימאלי) ומתעלם מהעותק השני בכל זוג. המקור מפעיל בקרת חלון בגודל 2, כאשר הוא סופר פעם אחת כל זוג. היעד מחזיר חיווי בודד על כל זוג.

- יש לתאר דיאגרמת רשת תורים סגורה מתאימה.
- יש לחשב את הסתברויות מצבי המערכת $P(\bar{n})$ (כולל חישוב $G(N)$).
- יש לחשב את תעבורת ההודעות המגיעות ליעד.

סיכום:

יש להשוות בין התוצאות שהתקבלו בסעיפים ג,ו,ט: לאיזו אפשרות תעבורה הגבוהה ביותר, ולאיזה הנמוכה ביותר? יש להסביר את התוצאה המתקבלת.

שאלה מספר 4 (15 נקודות):

ברשת מסוימת בוצעה הקצאת זרימה לשיחות לפי קריטריון הוגנות Max-Min-Fairness. נסמן את הקצאת הזרימה ב- \bar{r}_p .

לאחר זמן מסוים הופסקה אחת השיחות, שתסומן כ- p_* , ובוצעה הקצאת זרימה מחדש עפ"י אותו הקריטריון. הקצאת הזרימה החדשה תסומן ב- \bar{n}_p .

עבור כל אחת מהטענות הבאות נדרש להוכיח (ע"י הסבר עקרוני) או להפריך ע"י דוגמה נגדית:

- א. יתכן מקרה שבו $\bar{n}_p = \bar{r}_p$ עבור כל השיחות שנשארו ברשת.
- ב. שיחה שלא היה לה קו משותף עם p_* לא תרגיש בשינוי כלשהו.
- ג. השיחות בקו שהיה "צוואר בקבוק" של p_* (בהקצאה \bar{r}_p) יקבלו הקצאה גדולה יותר בהקצאה \bar{n}_p .