

# Logical Clocks

שעונים לוגיים

לוגיקה דיגיטלית 6

במערכת ג-סינכרונית, כל תהליך מקבל את זמנו של יצואים. נהיה לנתן לכל התהליכים במערכת (send ו-receive) חתמת זמן. כל התהליכים מקבלים את הזמן של התהליכים המקבילים. אין דבר של זמן אמיתי, זמן של התהליכים המקבילים. כל התהליכים מקבלים את הזמן של התהליכים המקבילים. כל התהליכים מקבלים את הזמן של התהליכים המקבילים.

וגם פשוט  
סעיף 22.

Causal Shuffle:  $Schedule$  הוא  $causal\ shuffle$  של  $Schedule$  אם מתק"ם

$S|V = S|V$  כל  $v \in V$ . כלומר כל צומת  $v$  הוא את התהליכים ה- $S$  ו- $S|V$  ולא יפנה להבדיל ביניהם, כל התהליכים שמתקדם ה- $S$  ו- $S|V$  יהיו זהים. כלומר כל צומת  $v$  הוא את התהליכים ה- $S$  ו- $S|V$ .

Provably Occurs: ה- $Schedule$  נאמר כי הוא  $provably\ occurs$  (התרחש באופן היתרתי) אם

על  $e$  אם  $e$  מתרחש לפני  $e$  בכל  $causal\ shuffle$  של  $S$ .

הגדרת הבטחה - לנו חזקים את חתמת זמן של התהליכים בקטע מאיץ  $e$  שהוא  $provably\ occurs$  לפני מאיץ  $e$  אזי חזק הקטע  $e$  דחיק זהירות קטן יותר משהוא  $e$ .

(ב) היחס "קרה לפני"

היחס  $happens\ before$  של  $Schedule$  הוא יחס בינארי של מאורעות שלמה

וקבוצה, רק שני מאורעות  $e$  ו- $e'$  שייכים ל"יחס, אם  $e \leq e'$  או  $e' \leq e$  או  $e$  ו- $e'$  אינם ניתנים להשוואה:

(1)  $e$  ו- $e'$  מתחשו קאמה צומת ה- $S$  ו- $e$  התרחש לפני  $e'$ .

(2)  $e$  הוא מאיץ שלמה ו- $e'$  מאיץ קטנה של  $e$  למה קודמה.

(3)  $e$  הוא מאיץ שלמה ו- $e'$  הוא מאיץ שלמה ו- $e \leq e'$  או  $e' \leq e$ . וסדר היחס "קרה לפני" איננו טרנזיטיבי.

משפט: יסוד שני מאורעות  $e$  ו- $e'$  ה- $Schedule$  מתקיים  $e \leq e'$  אם ורק אם  $provably\ occurs$  לפני  $e'$ .

הוכחה: כיוון  $\Rightarrow$  נניח  $e \leq e'$   $provably\ occurs$  לפני  $e'$ . באינדוקציה על מספר

מאורעות  $k$  בין  $e$  ל- $e'$ .

בסיס: עבור  $k=0$  או  $k=1$  קאמה צומת ה- $S$  או  $e$  קודמה של  $e'$ .

הקדמה: קודם לקרה  $k$  מתקיים  $provably\ occurs$  לפני  $e'$ .

הנחת: האנדרקציה: נניח שהקדמה נכונה עבור  $k$  ונניח  $e$  ו- $e'$  קאמה צומת ה- $S$  או

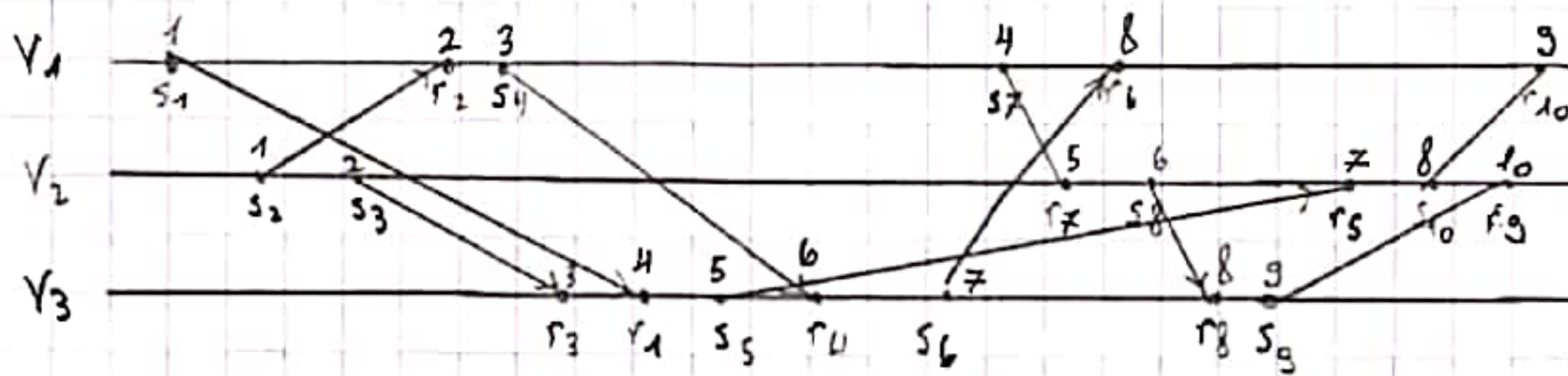
מאורעות שלמה וקבוצה קאמה צומת ה- $S$  ו- $e'$   $provably\ occurs$  לפני  $e'$ .







באמצעות  $Lamport$  הוא השיט יוצר נגד אתגרים כאשר נכנסת התארכות כפי  
 עיקר את השטח העולה, עמלתי הוספת אינה עולה צורת יחוספת התארכות כען ככל הודעה.  
 החסרין באמצעות הוא ש- $S$  הוא  $Superset$  על  $S \Rightarrow$  נכנסת אצל יותר מאשר החס, ויכ  
 שיש שני מאורעות  $e$  ו- $e'$  שאינם ביחס  $e \neq e'$ . וכל זאת יכול עתה"ק  $\tau(e) < \tau(e')$ . היינו  
 נודים שלא יהיה ניתן להשוות בין שני מאורעות שאינם ביחס ועם נכנסת ונכנסת נכנסת כסוף הבא.



צורת הרצה:

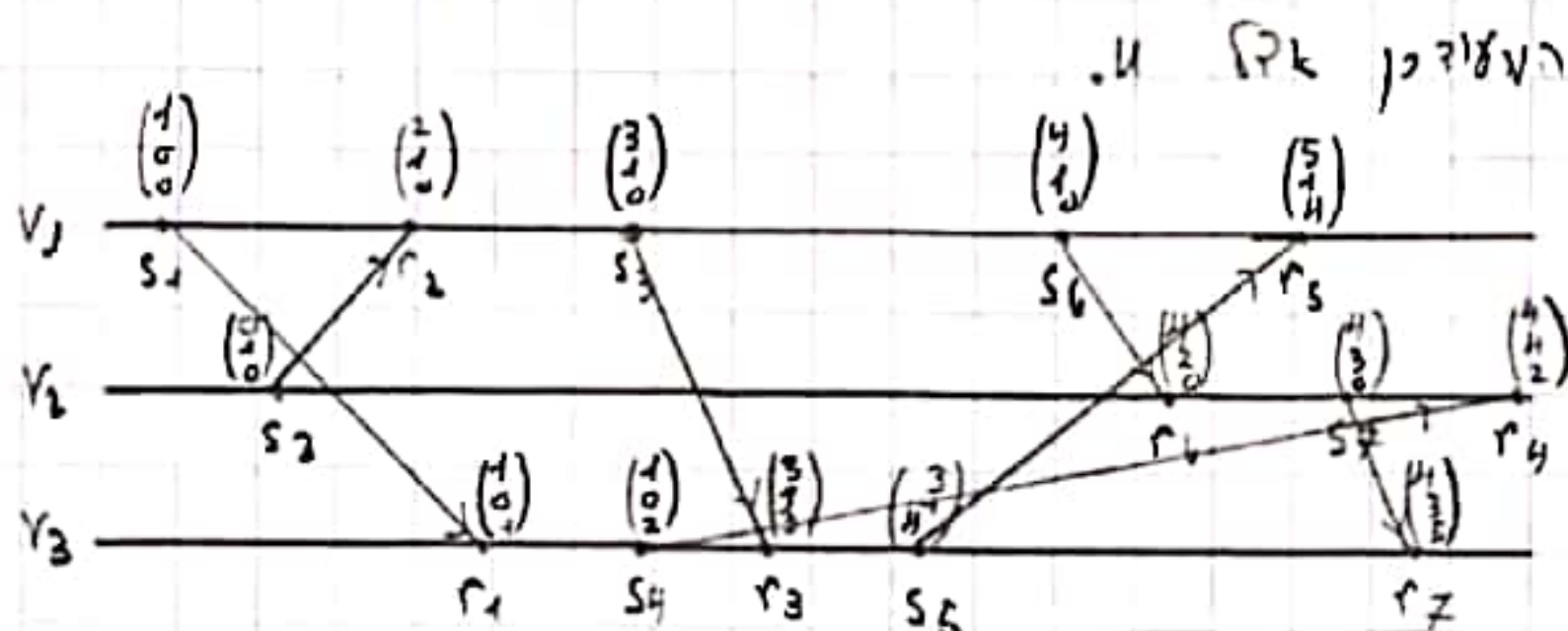
### Flag-Mattern Vector Clocks (3)

- צורה באמצעות  $Lamport$  שלא שומרים עלת תחלת שהיא מספר  $M$  ניתן לכל מאורע  $e$  תחלת  
 שהיא וקטור באורך  $n$  (מספר הצימרים) המייצג כמה מאורעות הוצאת  $u$ , שאצרה התחלת  $e$ , יוצר  
 אצל כל הצימרים האחרים בזמן ההתחלת של  $e$ .
- כל צורת  $u$  מתחזקת וקטור  $Vc(u)$  באורך  $n$  המאוחסן  $0 \leq$ . הכניסה המתאימה לכל צורת
- $\forall v$  הוקטור של  $u$  מסומנת כך  $Vc_v(u)$ .
- על מאורע שניה  $e$  שיתחם אצל  $u$  מעצבים  $Vc_u(u)++$  וכן  $Vc(e)=Vc(u)$ , נכנסת  
 התחלת של  $e$  היא הוקטור המעוצבן אצל  $u$ .
- $u$  וצדק על הודעה שסופה  $s$  את התחלת של  $Vc(s)$ .
- כל מאורע הודעה  $r$  שיתחם אצל  $u$  מעצבן שולשי צדק"ס על הסדר:

יש זמן שהשגת  
 סיקור אצל בעל  
 שני תואריות.

$$Vc_u(u)++ \quad (1) \quad Vc_v(u) = \max\{Vc_v(u), Vc_v(s)\} \quad (2) \quad \forall v \neq u \quad Vc(r) = Vc(u) \quad (3)$$

$Vc_v(u)$  זהו הרבה  
 על  $v$  הוקטור שהיה  
 הודעה של מאורע  $u$ .



צורת הרצה:

בוכנת נכנסות: נאמר כי  $Vc(e) < Vc(e')$  אצל  $v \in V$  מתק"ס  $Vc_v(e) \leq Vc_v(e')$  וכן  $Vc(e) \neq Vc(e')$   
 מטעם: בהינתן  $Schedule$   $S$  אתק"ס  $e = s_e$  וכן  $Vc(e) < Vc(e')$



## (ה) Synchronizers

זוגות האין סיבוכים אופציונליים בעצמם. א-סינכרוניזציה מאפשרת סינכרוניזציה. בעת  
לעיתים קרובות שונים צוברים: כל אחד מהם מסתבך. יהיה חולצה 1-2 ועל כל אחד  
הם מסתבכים. יהיה חולצה 2.

החולצות בשורה זו הם:

- כל נתיבים חוסים בצמתים ששניהם חוצות את שניהם. אלא רק בתחילתם הם סיבוכים.

- מוסים האין חוצות צמתים. המוסים רשון סתור יוצא.

- כמו Lamport הסמן העולה הוא סימסל של היום היה עולה.

אסטרטגיה: אם בקר יצאנו Synchronizers מסיבות אחרות נשתמש בהם. ציודי טען עולה, אחרת

נשתמש באסטרטגיה Lamport.