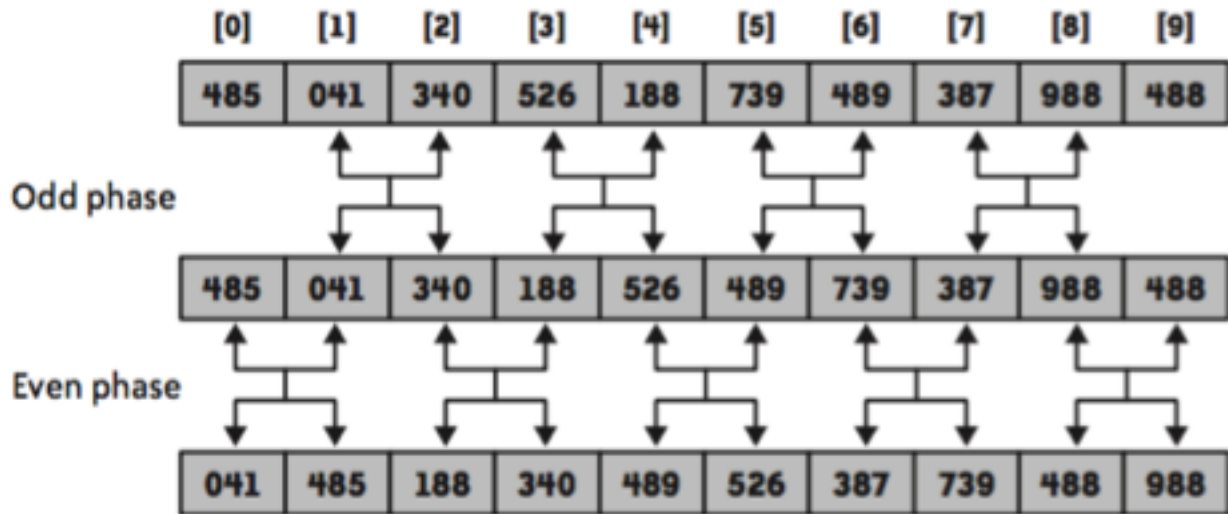


שאלה 3 (30 נקודות). בשאלה זו תממשו אלגוריתם למיון מערך שכל ערכיו יחודיים על ידי multithreading ובאמצעות C מעל Linux. ה threads עובדים בשיתוף פעולה באופן הבא. אנו נבחין בין שני סוגים של Phases (דהיינו שלבים) עבור ה threads המשתתפים באלגוריתם. בפרט נגדיר Odd Phases ו Even Phases. לשם הסברת ה Phases הללו נעזר בתמונה הבאה (ההסבר מתחתיה).



במהלך כל אלגוריתם המיון כל thread חולש (דהיינו קורא וכותב) לשלושה תאים במערך בלבד. בכל Phase כל thread משווה בדיוק שני תאים סמוכים. יהיו $(x, x+1)$ האינדקסים של אלו. ה thread משווה את שני התאים ומחליף את תוכנם במידה ואלו לא מסודרים בסדר עולה (זכרו שכל ערכי המערך יחודיים לפי הנחה). ההבדל בין Odd Phase ל Even Phase הינו שב Odd Phase הערך של x הינו אי-זוגי בעוד ב Even Phase הערך של x הינו זוגי. למשל, בתמונה ב Odd Phase ישנו thread שמקבל את האינדקסים $(x=1, x+1=2)$. היות וערכי התאים הללו כבר בסדר עולה ה thread לא נדרש למיין את ערכי התאים הללו. לאחר מכן אותו thread מקבל ב Even Phase $(x=0, x+1=1)$. שימו לב שה thread המדובר במהלך כל האלגוריתם נוגע רק בתאים 0,1,2 בלבד. התמונה ממחישה כיצד לכל thread שמעורב באלגוריתם מיוחסים 3 תאים עליהם פועל כאשר אורך המערך הינו 10.

על מנת למיין את המערך ה threads מבצעים את החילופים לעיל לפי Odd Phases ו Even Phases עד אשר אלו מזהים כי המערך הינו ממויין לחלוטין. בשלב זה כל התוכנית מסתיימת.

כאמור לעיל עליכם לממש את האלגוריתם לעיל באמצעות Threads ובעזרת C מעל Linux. עליכם להבין את היחס בין ה Phases שתוארו לעיל, כיצד לתזמן אותם, וכיצד להחליף ביניהם. בעת המימוש עליכם להקפיד על הדברים הבאים:

- הניחו כי אורך המערך הינו זוגי.
- הקפידו על יעילות מירבית מבחינת כמות ה threads המשתתפים בכל phase ובכל האלגוריתם בכלל.
- הקפידו לבצע שימוש חוזר ב threads ולא ליצור threads חדשים שהיה ניתן להימנע מיצירתם.
- סינכרון אך ורק באמצעות סמפורים.
- לא לשכוח לממש כראוי את הנקודה בה ה threads מזהים שהמערך כבר ממויין ושיש לסיים את התוכנית כולה.
- באופן שיגרתי יש להקפיד על יעילות זמן ריצה וניצול מקום כפי שמקובל בקהילת מדעי המחשב.
- אנא הקפידו על קידוד תקין וקריא בשאלה זו. ספקו הערות מלוות לקוד שלכם כמקובל בקהילה על מנת להגביר את קריאות הקוד שלכם. ליד כל משתנה ספקו הסבר מה מטרתו. ראוי לחשוב על פסקה מקדימה לקוד שלכם עם הסברים מדויקים לכל המשתנים שיופיעו בקוד.
- כל דבר שאתם רוצים להשתמש בו מחומר הקורס על מנת לפתור את הבעיה הינכם רשאים לעשות בו שימוש כל עוד אף אילוץ לעיל לא מופר.