**תרגיל # 4**

**הגשה בזוגות - מועד הגשה, עד 4/6 @ 23:55**

**שאלה 1**

* 1. הסבירו בקצרה מהו הדיסק, מהו קובץ ואיך קובץ מאוחסן בדיסק? (לכל היותר 4 שורות )

דיסק הוא ציוד /מדיה לאחסון מידע דיגיטלי. המידע מאוחסן בדיסק בבלוקים של בתים (bytes) בגודל מוגדר מראש.

כל קובץ הוא רצף לוגי של בתים שנכתבים ע"י המשתמש עזרת פעולות I/O. הקובץ ממופה מבלוקים לוגיים במערכת ההפעלה לבלוקים פיזיים בדיסק לפי הפורמט של מערכת הקבצים (file system) המוגדרת על הדיסק.

* 1. הניחו תוכנית בזמן ריצה הקוראת מתוך קובץ local.txt הנמצא בדיסק המקומי ע"י הפעלת הפקודות הבאות.

Graphical user interface, text

Description automatically generated

* + 1. הניחו שתוכן הקובץ local.txt הינו abcdefghijklmnopqrstuvwxyz. הסבירו מה עושות הפקודות, אלו תוים נקראים בשורה השניה והשלישית מאיפה ולאן ( במונחי זיכרון ה- RAM והדיסק).

נפתח הקובץ Local.txt ומיוצר עבורו מזהה לפעולות קלט פלט. פעולת ה read הראשונה מעבירה מהדיסק לזיכרון ) כתובת משתנה buffer ) 10 בתים a-j . פעולת ה read השניה מעבירה מהדיסק לזיכרון ) כתובת משתנה buffer ) 10 בתים k-t .

* + 1. הניחו ש local.txt נמצא בדיסק המחובר למחשב אחר. האם ניתן להשתמש בפקודות אלו כמות שהן? הראו לפחות 2 בעיות והראו לפי הנחיות ה RPC (remote procedure call) איך ניתן לפתור אותם

סמן ה filedescriptor מקודם במערכת ההפעלה לפי המקום האחרון אותו קראנו .– ב קריאה מרוחקת יש להגדיר מיקום מדויק בקובץ לצורך הקריאה ואין אפשרות לסמוך על קידום סמוי קידום סמוי פוגם בתכונת ה- stateless הנדרשת במודל זה - זה בעייתי במקרה של משתמשים רבים.

פרמטרBuffer הינו פרמטר reference המכיל את הכתובת בזיכרון ה RAM לשם יש לקרוא את הבתים. אין משמעות לכתובת זו במחשב מרוחק בו הפונקציה אמורה להתבצע. לכן יש צורך להשתמש ב copy-restore – כלומר בצד השרת יש להעתיק את הבתים במלואם ולשלוח אותם בהודעה.

ככלל בהפעלה RPC יש צורך להגדיר לכל פרמטר את סוג המשתנה, מספר הבתים עבורו, וכן האם הוא משתנה BYVALYE )IN( ,

או OUT או שניהם .

* 1. הניחו שה PATH של קובץ ה-local.txt מורכב משם המשפחה שלכם ושמכם הפרטי.

(לדוגמא בלבד עבור מרים אללוף יוגדר הקובץ הבא /allalouf/miriam/local.txt )

כתבו את שם הקובץ וה PATH שלו: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

הניחו שלקוח ה- (network file sysem) NFS רוצה לבצע בקשת קריאה מקבץ local.txtהנמצא בשרת ה- NFS.

הניחו שה PATH של הקובץ נמצא בחלקו באופן מקומי בצד הלקוח ובחלקו בשרת.

(החלק של השם משפחה, שם פרטי נמצאים אצל הלקוח (/allalouf/miriam/) והקובץ עצמו בלבד נמצא בשרת ה NFS. **תתייחסו כמובן ל PATH עם הפרטים שלכם**

מה המסלול של בקשת I/O המבוצעת בלינוקס ורוצה לגשת **לקובץ זה. הסבירו בעזרת ציור את פעולות ה-lookup המתבצעות במחשב הלקוח ובין הלקוח לשרת המאפשרות גישה וקריאה של הקובץ.**

פונקציית ה READ הינה system call - המפענחת את ה PATH של הקובץ ע"י סדרה איטרטיבית של פעולות LOOKUP עבור כל רכיב ב PATH של הקובץ. בלינוקס כל קובץ בדיסק מזוהה ע"י ה-inode וה-FS שומר על מפת ה inodes השונים בו. גם מבנה ה directory שמור בתוך קובץ עם מזהה inode. כדי לקרוא או לכתוב לקובץ יש לפנות לכל תיקייה בספרייה הנקראת VFS (Virtual file system) VFSהמזהה מהו ה inode של התיקייה הבאה ולאיזה FS שייך.

כאשר אפליקציית המשתמש קוראת/ כותבת לקבצים השמורים ב-NFS – נעשה mount בלתיקייה הנדרשת ב NFS ( במקרה הזה allalouf ) כאשר VFS (Virtual file system) מקבל את הבקשה הוא מזהה כי מיועדת לקובץ הנמצא במחשב מרוחק ומעביר אותה ל NFS Client ה NFS Client בתורו מעביר את הבקשה ל Client stub שבונה הודעה ושולח אותה לשרת (RPC). התשובה משרת עוברת את המסלול ההפוך.

הקבצים מזוהים בשני הצדדים ע"י ה File handles

FH של miriam מתקבל מה mount ל NFS

להלן המסלול:

כאשר מבצעים את mount לראש ה עץ '/' מקבלים את /\_inode הנמצא לוקאלית

פעולת LOOKUP ל קובץ /\_inode – מחזירה את allalouf\_inode

=lookup(miriam, allalouf\_inode ")

ה-VFS בפעולת ה- LOOKUP ל קובץ miriam

מזהה שמדובר בקובץ של NFS

ולכן נשלחת הודעת lookup ל NFS

FH של local.txt שמתקבל מהשרת אחר שה לקוח שלח fh\_local\_txt=lookup(FH\_miriam,local.txt")

וזה מאפשר לשלוח בקשת READ ל NFS

**שאלה 2 KV store**

שירות Students במכללה הינו מאגר של הסטודנטים ופרטיהם במכללה.

לכל סטודנט קיימים הנתונים הבאים: שם הסטודנט, שנת לימודים, פרטי קשר: נייד, בית, אימייל פרטי, אימייל מכללה, רשימת הקורסים בהם משתתף.

הניחו שמאגר זה שמור במסד נתונים מבוזר של זוגות (key-value store) המסודרת בשיטת DHT (distributed hash table).

כל מפתח במסד הינו באורך של עד ב **11 ביטים**.

* 1. במערכת 16 שרתים המאחסנים את כל האובייקטים במסד. הניחו כי מרחב המפתחות מחולק באופן שווה בין השרתים. הוסיפו בציור את ה-DHT identifier לכל שרת ומהו אינטרוול המפתחות בכל שרת? הסבירו

0..127, 128..255,256..383, 384..511, 512..639, 640..767, 768..895, 896..1023, 1024..1151, 1152..1279, 1280..1407, 1408..1535,1536..1663, 1664..1791, 1792..1919, 1920..2047

Diagram

Description automatically generated

* 1. הניחו שנוצרו במאגר 32 סטודנטים חדשים ע"י שימוש בקריאת לקוח Put(stud\_key, Students). שמות הסטודנטים הם M1….M32. המציאו מספרי מפתחות ( בהנחה שמשתמשים בפונקציה שלמדנו Consistent Hash ) ומהו המיפוי של 32 הזוגות לשרתים. יכולים להוסיף את תשובתכם לציור בסעיף 2.1 **והסבירו**.

פונקציית ה HASH "מגרילה" מספרים מהמרחב 0..2^11-1 בהתפלגות אחידה ולכן 32 המפתחות

מתפזרים על מרחב זה באופן אחיד ובגלל שכל אחד מ 16 השרתים מקבל טווח מפתחות זהה של 127 מפתחות - 32/16 =2 מפתחות יהיו בטווח של כל שרת ( כל זה כמובן בהסתברות )

* 1. הניחו לקוח פונה למסד בבקשת 1500, Students) Get(כדי לקרוא מידע על סטודנט בשם יעקב .הניחו כי הבקשה מגיעה לשרת בעל ה DHT identifier השני בגודלו -מ-0 והסבירו איך מתבצעת פעולת ה LOOKUP ומתקבל בסופו של דבר המידע של יעקב – **הניחו שכל שרת שומר את כתובת השרת שאחריו בלבד**.

מגיע לשרת השני כלומר עם המפתחות בין 128-255 . ןפונה ל IP של המחשב שאחריו , וזה פונה לזה שאחריו וכו

128..255,256..383, 384..511, 512..639, 640..767, 768..895, 896..1023, 1024..1151,

1152..1279, 1280..1407, 1408..1535

עד שמגיע ל מחשב של 1408..1535 שעונה ישירות ל מקור ומודיע שיש לו את הערך של המפתח 1500

* 1. מהם החסרונות בשיטה 2.3? הראו איך ניתן לפתור עבור הדוגמא ב 2.1 בעזרת טבלת ניתוב בכל שרת ומה מספר הצעדים המקסימלי למציאת הערך בעזרת טבלה

החיסרון שמספר ההודעות יכול להגיע עד 15 צעדים שזה זמן ארוך לתשובה – בעזרת מצביעים ניתן לקצר ל-4 מעברים עד התשובה.

להלן טבלת הניתוב של שרת 128-255:

|  |  |
| --- | --- |
| **If requested KEY** | **Curr+** |
| Key >= 1152 | Go to 256+1024 1279 |
| Key in 255+(1..511) | Go to 256+512 🡪 767 |
| Key in 255+(1..255) | Go to 256+255 🡪511 |
| Key in 255+(1..127) | Go to 256+127 = 383 |

עבור מפתח 1500 – הבקשה תישלח לשרת 1279

הטבלה ב 1279 תהיה כדלקמן:

|  |  |
| --- | --- |
| **If requested KEY** |  |
| **Key >= 255 (1279+1023 mod 2048)** | **Go to (1279+1024 mod 2048) 255** |
| **Key in 1279+(1..511) 255+512..255+1023)** | **Go to 1280+511 🡪 1791** |
| **Key in 1279+(1..255)** | **Go to 1280+255🡪1535** |
| **Key in 1279+(1..127)** | **Go to 1280++127 🡪1407** |

**שאלה Caching 3 WEB**

שימוש במנגנון ה Cache בתוך המחשב ובגישה לשרתים ב WEB נועד לשפר ביצועים , זמינות למשאבים וזמני תגובה ללקוח. ה Cache יכול להיות שיתופי למספר לקוחות או פרטי ללקוח.

**3.1** פרוטוקול ומסד ה DNS ( Domain Name Services) מחזיר את כתובת ה IP עבור domain נתון. תארו את המסלול של שאילתת DNS מיציאת מהדפדפן ועד קבלת כתובת ה-IP של הדומיין <https://engineering.tau.ac.il> (הפקולטה להנדסה באוניברסיטת תל אביב).

השרתים מחזיקי המידע של ה-NS מחולקים לפי שרתי ROOT' DOMAIN, LOCAL בכל שכבה ישנם הרבה שרתי P2P עם רפליקות (מה שמאפשר סקלביליות). ב כל פעם שיש פנייה לשרת DNS והוא לא יודע את התשובה הוא מחזיר תשובה לקליינט עם כתובת של שרת DNS אחר שיכול להיות שיודע את התשובה.

השרתים מחזיקי המידע של ה-Name Service (NS) מחולקים לפי שרתי Root, Domain (country), Organization, Campus, . (אפשר בתשובה לצייר). כל שרת NS יודע לתת תשובה לגבי כתובות ה-IP שרתי ה-DNS בשכבה מתחת.

בכל גישה ל URL פונים לשרת DNS מקומי ((local DNS שמטפל בפניה ע"י פניה לשרתי ה-DNS לפי ההיררכיה כפי שהם מופיעים בכתובת שבידו משמאל לימין .

-פונה לשרת ה- root שמחזיר IP של שרת ה-domain. Il

פונה לשרת האיחראי- il שמחזיר IP של שרת ה-ac.

פונה לשרת האיחראי- שac שמחזיר IP של שרת ה-tau.

פונה לשרת האיחראי- שtau שמחזיר IP של שרת ה-engineering.

פונה לשרת ה- engineering שמחזיר סוף סוף את כתןבת ה-IP של engineering dprt לשרת הלוקאלי.

כתובת ה-IP של שרתי engineering מוחזרת למשתמש הקצה (זה שמחפש את URL( - וכעת הגישה לאתר מתאפשרת

**3.2** הסבירו את מנגנון ה Caching הנלווה לפרוטוקול זה ויתרונותיו תוך התייחסות למטרות ה-caching הכתובות בתחילת השאלה

יש שימוש ב-CACHE כדי לא לעבור את כל המסלול/.

CA CHR ברמת הלוקאל של ROOT, מגזר וכו

CACHE ברמת כל היררכיה

**3.3** מאגרי תוכן גדולים משפרים את חווית המשתמש ע"י הוספת Web cache הקרויותCDN (Content Delivery Network) . תארו את הגישה לסרט <https://www.netflix.com/watch/81031849> ב Netflix.

הסבירו איך עקרונות ה-caching באים לידי ביטוי ב Web cache?

לאחר הלוגין מקישים על שם הסרט ב NETFLIX , ה DNS המבצע RESOLVE כדי למצוא את ה IP מחזיר את ה URL

של [www.nearbyCDN.com](http://www.nearbyCDN.com) , מפעיל את DBS שוב על כתובת זה שמחזיר את ה IP ב CDN לביצוע הסטרימינג

נבחרת חוות שרתים של ה CDN ה "קרוב" לבית הלקוח ( קרוב גיאוגרפית או במספר הצעדים לשם) – הסרט ב CDN מהיר יותר לצפייה עם איכות טובה יותר.

ה CDN מכיל חלק מהסרטים של ה נטפליקס ובד"כ סרטים שנצפו בעבר ע"י אנשים מהאיזור.

אם הסרט אינו ב CDN הוא יועבא לשם ברגע הבקשה וייקח קצת יותר זמן להקרנה.

ה- DNS ממלא תפקיד חשוב בבחירה ה CDN.