

תרגול מס' 9

Distributed File Systems

1 מוטיבציה

נרצה לתכנן מערכת בה המשתמש שיושב מול מסך ומקלדת יכול להריץ מספר גדול של תהליכים תוך פיזור העומס על פני מספר מכונות ברשת. החלפת קלט/פלט בין המשתמש לתהליכים "המרוחקים" שהוא יצר תבצע בעזרת מסך, מקלדת ועכבר מקומיים. לכל תהליך יוגדר אזור במסך (חלון) שאליו (וממנו) מתבצעות פעולות הפלט/קלט. בצורה זו יימנע ערבוב של קלטים/פלטים והעבודה של המשתמש תהיה נוחה יותר.

2 מערכת X-Windows

פותחה ב-MIT ומאפשרת למשתמשים:

1. לפתוח אפליקציות שיבוצעו ע"י תהליכים במקום אחד ברשת, וייצרו פלט במקום אחר ברשת, תוך הסתרת הבעיות הנובעות מתחום התקשורת מהמשתמש.
 2. סביבה גרפית נוחה לפתיחת חלונות צבעוניים על המסך תוך הסתרת הבעיות הנובעות מהצורך להפעיל התקנים פיזיים.
- אנחנו נתרכז בנושא הראשון (מערכת הפעלה מבוזרת).

הערה: מערכת X-Windows ממומשת ע"י אוסף פונקציות C שמרוכזות בספריה Xlib ומממשות פרוטוקולי תקשורת והתקני חומרה. כל אפליקציה שמעוניינת להשתמש במערכת X-Windows, צריכה לבצע קריאות מתאימות לפונקציות מתוך ה-X-lib ולהתקמפל עם קישור מתאים. נקרא לאפליקציות מן הסוג הזה אפליקציות X.

2.1 מושג ה-Display

תחנת עבודה המורכבת ממקלדת, עכבר ומסך אחד או יותר נקראת Display. תנועת עכבר יכולה לחצות מסכים פיזיים של אותו Display.

אוניברסיטת חיפה

החוג למדעי המחשב
מערכות הפעלה – תרגול

2.2 שרת ולקוח במערכת X

- בכל Display רץ תהליך מקומי מיוחד שנקרא X-Server (בתחנות עבודה פשוטות זהו למעשה התהליך היחיד שרץ על מעבד מקומי קטן). תהליך זה הוא היחיד שניגש להתקני חומרה מקומיים, כותב על מסכי ה-Display ומטפל בפסיקות העכבר והמקלדת.
 - כל אפליקציה המורצת ע"י תהליך כלשהו, יכולה לפתוח חלון ע"י פנייה ל-X-Server המורץ ע"י ה-Display של אותו מסך. תהליכים כאלו נקראים X-Clients. כל X-Client מחליף קלט/פלט עם המשתמש היושב מול אותו Display שבו נפתח החלון באמצעות ה-X-Server. שימו לב, שבמערכת X-Windows השרת יושב על המחשב המקומי בעוד שהלקוחות יכולים להימצא במכונות "מרוחקות".
- על מנת לחסוך בתעבורה ברשת, תהליך ה-X-Server שומר ומתחזק את מבני הנתונים הקשורים לחלונות המוצגים על המסך. תהליכי ה-X-Client דואגים לשלוח עדכונים לתהליך ה-X-Server.

2.2.1 יצירת קשר בין ה-X-Client וה-X-Server

נניח שקיים ברשת Display המריץ את X-Server. משימתו הראשונה של כל X-Client המעוניין לפתוח חלון על אחד ממסכי אותו Display תהיה ליצור קשר עם ה-X-Server. כיצד מתבצעת ההתקשרות? כמובן, שמתכנת אפליקציית X אינו יכול לדעת היכן ירוץ ה-Client, או עם איזה X-Server הוא יתבקש להתקשר. לפיכך משתמשת כל אפליקציית X במשתני הסביבה של התהליך המבצע אותה על מנת למצוא את כתובת ה-X-Server.

תהליך ה-Shell מחזיק רשימה של משתני סביבה. ערכם של משתנים אלו ניתן לשינוי ע"י פקודות Shell (ראו תרגול 1). אחד המשתנים האלו הוא משתנה DISPLAY.

כל תהליך שנוצר ע"י ה-Shell, יורש ממנו את רשימת משתני הסביבה. אם התהליך מריץ קוד של אפליקציית X, האפליקציה מחפשת את המשתנה DISPLAY בין רשימת משתני הסביבה שהתהליך ירש. ערכו של המשתנה הוא כתובת המכונה, עליה ירוץ ה-X-Server שאיתו צריך להתקשר. הכתובת מועברת כפרמטר לפרוטוקול תקשורת מתאים, שיוצר קשר בין 2 התהליכים במכונות השונות.

כל הפעולות הנ"ל מוחבאות מהמתכנת בתוך הפונקציה XOpenDisplay() שהיא פונקציה של Xlib, וכל אפליקציית X צריכה לבצע אותה בתחילת ריצתה.

אוניברסיטת חיפה

החוג למדעי המחשב
מערכות הפעלה – תרגול

הערה: מהו סוג הקשר שנוצר בין X-Client ל-X-Server?
קשר זה מזכיר באופיו קשר של שיחה טלפונית. הקו נשאר פתוח עד שאחד הצדדים מפסיק את ההתקשרות. במשך כל זמן בו ההתקשרות קיימת, כל צד יכול ליזום פנייה לצד השני.

לאחר יצירת הקשר יכולה אפליקציית X לפתוח חלון על מסך ה-Display של X-Server (ע"י קריאה לפונקציה המתאימה `XCreateWindow()` של `Xlib`) ולהתחיל לנהל דו-שיח עם משתמש האפליקציה באמצעות ה-X-Server.

2.3 הרשאות לתקשורת עם X-Server

כיצד יכול הבעלים (root) של ה-Display למנוע מה-X-Clients ברשת את האפשרות לפתוח חלון על המסך שלו?

עבור כל Display מתחזקת רשימה של מכונות אחרות ברשת. רשימה זו נקראת X-Host. כאשר X-Client ממכונה A מנסה ליצור קשר עם X-Server ממכונה B, הוא נענה בחיוב ע"י ה-X-Server אך ורק אם המכונה A מופיעה ברשימת ה-X-Host של מכונה B.
רשימה זו ניתנת לשינוי ועדכון ע"י פקודה `Xhost +/-machine_name`.

2.4 תקשורת בין X-Clients באמצעות ה-X-Server

X-Server אינו רק גורם פסיבי המשרת בקשות קלט/פלט של X-Client, אלא הוא גם מסוגל, עפ"י בקשות ה-clients, להעביר אליהם כל אירוע שמתרחש על מסך ה-Display שהוא מתחזק. זה יכול להיות, בפרט, גם אירועים שמתרחשים בחלונות של Clients אחרים השייכים לאותו Display.

2.4.1 דוגמא – X-Eyes

אפליקציה המבקשת מה-X-Server כל מידע הקשור לתזוזת העכבר של ה-Display ומגיבה בהתאם.

2.5 Window Manager

ה-Window Manager (WM) היא אפליקציית X רגילה הרצה כ-X-Client. היא מבצעת משימה מיוחדת – ניהול צורת המסך של Display מסוים. ה-WM מתקשר עם ה-X-Server המתאים, ומבקש ממנו לקבל מידע לגבי כל האירועים המתרחשים על המסך.

2.5.1 דוגמא

פתיחת חלון ע"י ה-X-Client מלווה בהוספת מסגרת וכפתורים ע"י ה-WM. הזזת מסך מבוצעת ע"י כך ש-WM מקבל מידע מן ה-X-Server לגבי תנועת עכבר עם לחיצת כפתור מתאימה. ה-WM מחשב

אוניברסיטת חיפה

החוג למדעי המחשב
מערכות הפעלה – תרגול

את מיקומו החדש של החלון ע"פ תנועות עכבר. חשוב להדגיש, שאם אפליקציה A פתחה חלון על מסך מסוים, אז רק היא תוכל לסגור את החלון או לפתוח אותו במקום אחר.

2.6 בעיות בטיחות במערכת X-Windows

- כיוון שאפליקציה שרצה במקום A משתמשת בקו תקשורת פיזי כדי ליצור פלט במקום B, אז כל מאזין על הקו יוכל לקרוא את תוכן הפלט (למשל, משתמש הפותח Editor עם קובץ סודי, חושף את המידע שבקובץ).
- כל אפליקציית X יכולה לקבל מידע לגבי הנעשה בכל החלונות במסך מסוים. בפרט, אפשר לתכנן אפליקציה המאזינה על כל החלונות וחושפת בצורה כזאת סיסמאות ו-Logins שמתבצעים ע"י המשתמש.