מערכות הפעלה

מרצה אורח: סיון טולדו

סמסטר א' תשע"ב

הרצאה 6

תהליכים ותזמון מעבדים

תהליכים

- תהליך הוא מחשב וירטואלי שמריץ תוכנית אחת עבור משתמש אחד
- תהליך יכול לרוץ על מעבד פיזי או להיות מושעה
- מערכת ההפעלה משעה תהליך כאשר הוא מחכה למשאב כלשהו (למשל לבלוק נתונים מקובץ או לטיפול בחריג דף) וכאשר צריך להריץ תהליך אחר במקומו

מבנה נתונים לייצוג תהליך

- מצב המעבד: ערכים של האוגרים, כולל מצביע התוכנית, כדי שאפשר יהיה להחזיר תהליך מושעה לריצה
- מפת זיכרון וירטואלי (טבלת דפים)
- טבלת שגרות איתות (signals; רק ביוניקס/לינוקס) שיופעלו כאשר מאותתים לתהליך או בזמן אירוע חריג. בחלונות יש מנגנון שונה לטיפול בחריגים
- זהות המשתמש המריץ והרשאות
- טבלת משאבים זמינים: קבצים פתוחים, קשרים פתוחים לתהליכים אחרים, וכדומה
- מצב תזמון וסטטיסטיקות

טבלת משאבים זמינים

- תהליך שמבקש משאב (גישה לקובץ, ערוץ תקשורת למחשב אחר, גישה להתקן חומרה) מקבל ממערכת ההפעלה מזהה משאב (handle בחלונות, file descriptor בלינוקס/יוניקס)
- המזהה הוא למעשה אינדקס בטבלת המשאבים של התהליך ששמורה בזיכרון שנגיש רק ממצב מיוחס
- כל איבר בטבלה של תהליך מכיל הרשאות (קריאה/כתיבה וכולי) ומצביע למבנה נתונים שמייצג את המשאב עצמו בזיכרון של מערכת ההפעלה
- ההצבעה הכפולה מונעת מתהליכים לזייף מזהה משאב
- חלק ממנגנון ההגנה של מערכת ההפעלה

מיתוג תהליכים

- כך מערכת ההפעלה מעבירה מעבד פיזי מתהליך אחד לאחר:
  - המעבד עובר מקוד של התוכנית לשגרה של מערכת ההפעלה כתוצאה מקריאת מערכת או פסיקה (כולל פסיקת שעון)
  - מערכת ההפעלה מטפלת באירוע, כלומר מבצעת את השירות שקריאת המערכת ביקשה או מטפלת בפסיקה
  - מערכת ההפעלה מחליטה שצריך להעביר את המעבד לתהליך אחר
  - מערכת ההפעלה שומרת את מצב המעבד במבנה הנתונים של התהליך כדי שניתן יהיה להמשיך את הרצתו
  - מערכת ההפעלה משחזרת את מצב המעבד של התהליך שצריך לרוץ
- זהו למעשה מנגנון מיפוי של מעבדים לתהליכים; אנלוגי למנגנון המיפוי של דפים למסגרות

תהליכים לעומת חוטים (תהליכונים)

- חוט הוא מעבד וירטואלי
- תהליך מרובה חוטים מדמה מחשב וירטואלי מרובה מעבדים
- כל החוטים של תהליך משתפים את כל השדות במבנה הנתונים של התהליך פרט למצב המעבד וחלק ממצב התזמון
- בפרט, כל החוטים משתמשים באותה מפת זיכרון
- לכל חוט יש מחסנית משלו
- חוטים של תהליך עשויים לרוץ במקביל במחשב מרובה מעבדים או בזה אחר זה
- במיתוג בין חוטים של תהליך אין צורך להחליף את טבלת הדפים

תהליכי (חוטי) גרעין

- תהליכים של מערכת ההפעלה עצמה שניגשים רק למבני הנתונים שלה ולא לזיכרון של תהליך כלשהו
- מבני הנתונים של מערכת ההפעלה ממופים בצורה זהה לכל התהליכים ולכן תהליך גרעין יכול לרוץ עם כל טבלת דפים
- שדה טבלת הדפים במבנה הנתונים שלהם ריק
- בזמן מיתוג אליהם מערכת ההפעלה לא מחליפה טבלת דפים
- מיתוג כזה חוסך החלפה אחת או שתיים של טבלאות דפים
- תהליכי גרעין מועילים כאשר מעונינים שמטלות של מערכת ההפעלה יתחרו על משאבי מעבד עם תהליכים רגילים
- בלינוקס משמשים לפינוי מסגרות, למשל

יצירת תהליכים בלינוקס/יוניקס

- קריאת המערכת fork יוצרת תהליך חדש שהוא תאום זהה לתהליך הקורא פרט למספר התהליך; הקריאה חוזרת פעמיים
- לכל אחד מהתהליכים יש מרחב זיכרון זהה אבל פרטי
- מנגנון copy-on-write מאפשר לשכפל מרחב זיכרון בלי להעתיק את כל המסגרות:
  - הרשאת הכתיבה מוסרת מכל הדפים בשני התהליכים
  - ניסיון כתיבה גורם לחריג דף, מערכת ההפעלה מאבחנת את הסיבה, מעתיקה את המסגרת, ומשחזרת את הרשאת הכתיבה המקורית
- בחלונות תהליך חדש תמיד מריץ תוכנית מתחילתה

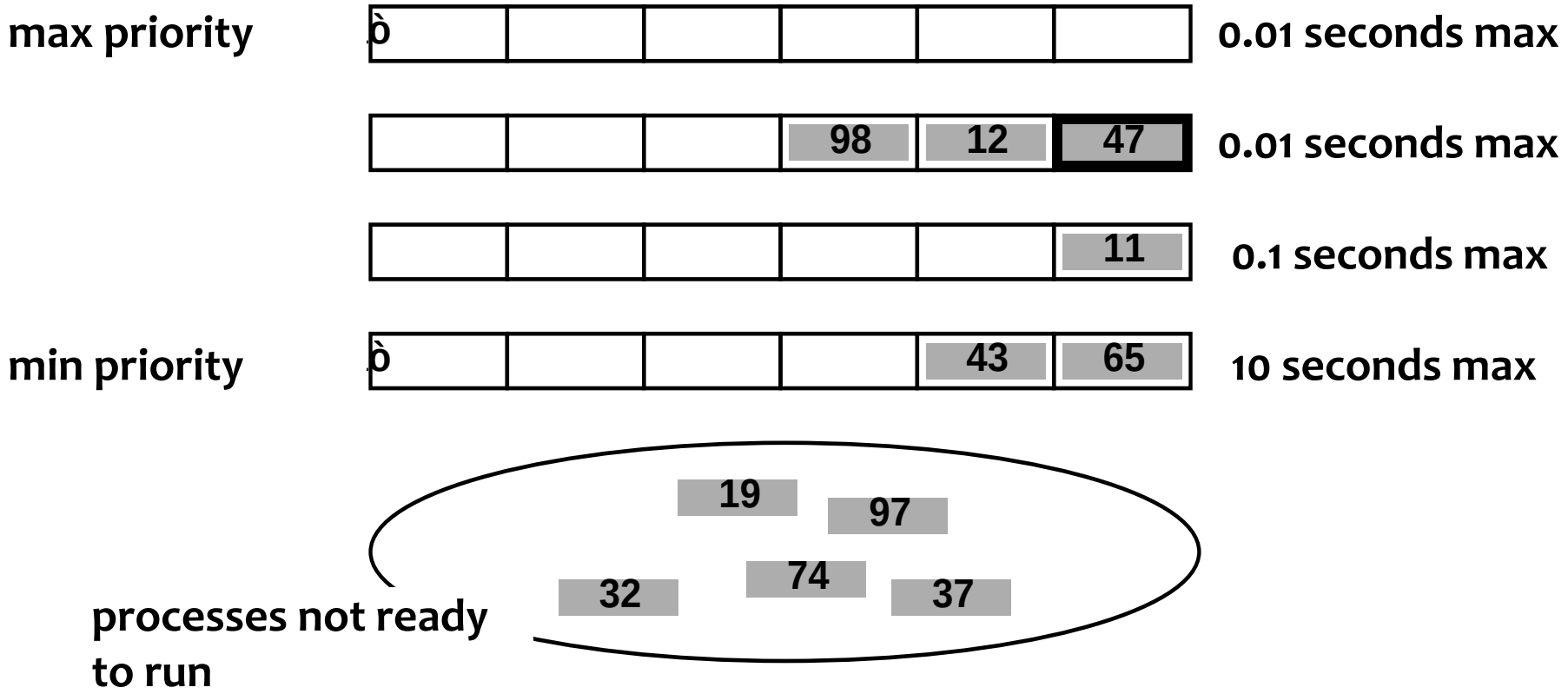
מדיניות לתזמון מעבדים: מטרות

- שימוש יעיל במעבדים פיזיים: כדאי להמעיט במיתוג תהליכים
- זמן תגובה ראוי:
  - לתוכנית אינטראקטיבית, זמן תגובה שייצור תחושה של תגובה מיידית בכפוף למגבלות החושיות של בני אדם
  - לתוכניות ששולטות על מערכות פיזיות (מטוס, מפעל), זמן תגובה שמאפשר שליטה (לפני שהמטוס מתרסק)
  - לסימולציית מזג אויר, סיום לפני מהדורת החדשות
  - ...
- תוכניות שגרתיות (לא זמן אמת) אינן מכריזות על זמן תגובה נדרש לכל פעולה ולכן מערכת ההפעלה מסתפקת בתזמון הגון תוך התייחסות כללית לעדיפויות

מטרות תזמון משניות

- עמידה בלוחות זמנים: במערכות זמן אמת בלבד; מערכות הפעלה כלליות הן מורכבות מכדי להבטיח עמידה בלוחות זמנים (למשל בגלל חריגי דף)
- תזמון דביק: במחשב מרובה מעבדים, רצוי להריץ תהליך על המעבד שהריץ אותו לאחרונה, על מנת למרב את התועלת מה-TLB וזיכרונות המטמון; במחשב עם זיכרון מבוזר, כדאי להריץ תהליך על מעבד שקרוב למסגרות של התהליך
- תזמון כנופיות: כשמחשב מרובה מעבדים מריץ תוכניות מרובות חוטים, כדאי לתזמן הרצת כל החוטים של תהליך בבת אחת

מבני נתונים לתזמון מעבד: multilevel feedback queues



- התהליך בראש התור הגבוהה ביותר רץ
- מבנה הנתונים כולל כללים למעבר בין תורים

מעבר בין תורים

- מעבר בין תורים:
  - תהליך שצבר זמן ריצה רב עובר לתור נמוך יותר
  - תהליך שלא רץ זמן רב עובר לתור גבוה יותר, למניעת הרעבה
  - תהליך שחיכה למשאב וקיבל אותו נכנס לתור גבוה מאוד כדי שישחרר את המשאב מהר ככל האפשר
- העדיפות שאנו מעניקים לתהליכים משפיעה על הפרמטרים של מעבר בין תורים ולא קובעת תור הספציפי לתהליך
- קל לממש מדיניות הוגנת ויעילה
- קל לממש יכולות מיוחדות, כגון תהליכים שרצים רק כשאף תהליך אחר לא מוכן לריצה

תכנות תהליכים בו-זמניים

מטרות בתכנות בו-זמני

- רצון לנצל מספר מעבדים פיזיים במחשב
- רצון לנצל את המעבד בזמן שהתוכנית ממתינה להתקן איטי, כגון קריאה מהדיסק
- מתן אשליה למשתמש שמספר פעולות קורות במקביל, כמו טיפול בקלט בזמן שהתוכנית ממשיכה להציג אנימציה או קול ברצף, גם אם יש מעבד אחד
- מימוש שרתים שבהם כל לקוח מטופל על ידי חוט נפרד
- פרט לראשונה, דוגמאות למודולריצזיה טמפורלית : רצון להפריד מודולים שיכולים לרוץ בכל מיני סדרי ביצוע

תיאום

- כל חוט מבצע פעולות אחרות
- אם ניתן לבצע את הפעולות של חוטים שונים במקביל או בכל סדר שהוא, שגר ושכח
- ברוב המקרים, יש לכפות אילוצים על סדר הפעולות על מנת להבטיח נכונות
- דוגמה: שני חוטים שכל אחד מבצע i=i+1
- אם הראשון קורא את i לאוגר, מקדם את האוגר, השני קורא את i לאוגר, מקדם את האוגר, הראשון כותב את i לזיכרון, השני כותב את תוכן האוגר ל-i, המשתנה קודם ב-1 ולא ב-2

מנעולים

- מנעול הוא עצם שמבטיח **מניעה הדדית**
- שני מצבים: חפשי ונעול
- ניסיון נעילה של מנעול חפשי מצליח ושגרת הנעילה חוזרת
- לחוט מותר לשחרר רק חוט שנעול על ידו
- ניסיון נעילה של מנעול נעול ממתין לשחרורו
- חוט שבידו מנעול (נעול) מונע מחוטים אחרים לנעול אותו :

```
lock(m)
i=i+1
unlock(m)
```