



سوالات هوم ورک ششم  
درس سیستم های تحمل پذیر اشکال

نام مدرس: جناب آقای دکتر حسینی منز

دستیار آموزشی مرتبط: یوسفی - شافعیان

مهلت تحویل (بدون کسر نمره): ۷ دی ساعت ۲۳:۵۹

با سلام و وقت بخیر

دانشجویان عزیز موظف هستند با توجه به آنچه در کلاس آموخته‌اند و همچنین نیاز، مطالعه کتاب‌ها و مقالات مرجع به سوالات زیر پاسخ‌های علمی و فنی بدهند. لازم به ذکر می‌باشد که در صورت نیاز برای هر سوال، شکل‌ها، روابط لازم و مراجع داخلی و خارجی جهت مطالعه بیشتر ارائه شده است.

۱- یک سیستم TMR با امکان تعمیر مفروض است. نرخ خطا در هر یک از واحدها را  $\lambda$  فرض کنید. برای تعمیر واحدها فقط یک تعمیرکار وجود دارد که با نرخ تعمیر  $\mu$  واحدهای خراب را تعمیر می‌کند. زمان بین رخداد دو خطای پیاپی و زمان تعمیر را به صورت توزیع نمایی فرض کنید.  
الف. مدل مارکوف سیستم فوق را رسم کنید.  
ب. دسترس پذیری پایدار (Steady State Availability) این سیستم را به دست آورید.

۲. یک برنامه‌ی پایتون بنویسید که با دادن شکل نمودار RBD در ورودی به آن، لیست تمام Set Cut Minimal های آن را ارائه کند. برای دادن RBD در ورودی این کار را از طریق ارائه‌ی یک فایل متنی انجام دهید و برای خود مجموعه‌ای از قواعد را وضع کنید که به وسیله‌ی آن هر RBD ممکنه قابل توصیف در یک فایل متنی باشد.

۳. یک سامانه با افزونگی سخت افزار را در نظر بگیرید که از روش Hybrid (ترکیب Active و Passive) برای تحمل پذیری اشکال استفاده می‌کند. این سامانه یک سامانه TMR است که دارای دو واحد يدك سرد است. روش کار به این شکل است که در کل پنج واحد وجود دارد که سه‌تای آن‌ها روشن هستند و برای آن‌ها رأی گیری انجام می‌شود. به محض خرابی یکی از واحدهای TMR، مقایسه‌کننده متوجه می‌شود که کدام خراب شده است و سپس توسط واحد Switch، واحد خراب با یکی از يدك‌ها جایگزین می‌شود. فرض کنید که طول عمر هر پنج واحد دارای توزیع نمایی با نرخ یک خرابی در هر ۱۰ سال است. همچنین طول عمر رأی گیر (یک عدد)، مقایسه‌کننده‌ها (سه عدد) و جعبه‌ی سوئیچ (یک عدد) دارای توزیع نمایی با نرخ یک خرابی در هر ۴۰ سال است.

الف. یک برنامه با یکی از زبان‌های متلب، پایتون یا Maple بنویسید که با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو قابلیت اطمینان این سامانه را برای یک بازه‌ی زمانی ۵ ساله محاسبه کند.

ب. مدل مارکوف سامانه فوق را ترسیم کنید. سپس این مدل مارکوف را با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای متلب، Maple یا Mathematica حل کنید و قابلیت اطمینان سامانه را به شکل تابعی از زمان به دست آورید.

۴. یک سیستم کامپیوتری تحمل‌پذیر خطا از دو پردازنده و دو واحد I/O تشکیل شده است. این دو پردازنده و دو واحد I/O از طریق یک سیستم گذرگاه موازی طبق شکل زیر با هم ارتباط دارند. همه زیر سیستم‌های سیستم به روش رزرو سرد (Cold Standby) عمل می‌کنند. نرخ خطا در هر پردازنده، هر واحد I/O و هر گذرگاه (فعال) به ترتیب  $\lambda_p$ ،  $\lambda_{io}$  و  $\lambda_b$



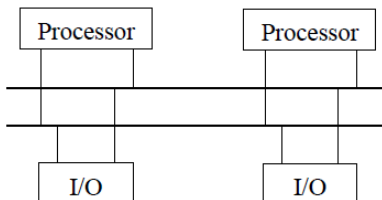
سوالات هوم ورک ششم  
درس سیستم های تحمل پذیر اشکال

نام مدرس: جناب آقای دکتر حسینی منز

دستیار آموزشی مرتبط: یوسفی - شافعیان

مهلت تحویل (بدون کسر نمره): ۷ دی ساعت ۲۳:۵۹

می باشد. نرخ خطا در واحدهای سرد قابل اعمال است. زمان بین دو خطا را به صورت توزیع نمایی فرض کنید. قابلیت کشف خطا در هر یک از پردازنده ها را  $C$  و در واحدهای I/O و گذرگاه را ایده آل فرض کنید.  
الف. قابلیت اطمینان سیستم را محاسبه نمایید.  
ب. مقدار MTTF را محاسبه کنید.



$$R_{pm}(t) = (1 + c \cdot \lambda_p \cdot t) \cdot e^{-\lambda_p \cdot t}$$

$$R_b(t) = (1 + \lambda_b \cdot t) \cdot e^{-\lambda_b \cdot t}$$

$$R_{io}(t) = (1 + \lambda_{io} \cdot t) \cdot e^{-\lambda_{io} \cdot t}$$

۵- زنجیره ی مارکوف را برای سیستم شرح داده شده در ذیل در نرم افزار Relx رسم کنید و فاکتورهای خواسته شده برای این سیستم را در این نرم افزار محاسبه نمایید.

**توجه: فایل گزارش باید حاوی تصویر زنجیره ی مارکوف رسم شده در نرم افزار Relx باشد. در گزارش، عکس مربوط به نتایج گرفته شده از نرم افزار نیز گنجانده شود.**

استفاده از سیستم های RAID برای محافظت اطلاعات در سیستم ذخیره سازی اطلاعات بزرگ امری رایج است. در RAID5 یک هارد دیسک به مجموعه هارد دیسک های موجود اضافه می شود که حاوی Parity داده های موجود در هارد دیسک های دیگر می باشد. در صورتی که یکی از هارد دیسک ها خراب شود می توان با استفاده از اطلاعات موجود در دیسک افزونه اطلاعات اصلی را بازیابی کرد RAID6 نیز دارای ساختار مشابهی می باشد. در RAID6 با افزودن دو هارد دیسک به مجموعه هارد دیسک های موجود، سیستم قابلیت بازیابی اطلاعات را در مواردی که دو هارد دیسک خراب شده اند یا در دسترس نیستند، دارا می باشد. در اغلب سیستم های ذخیره سازی اطلاعات وظیفه جایگزینی هارد دیسک های خراب با هارد دیسک های سالم بر عهده عامل انسانی است. همین امر موجب افزایش زمان تعمیر می گردد.

فرض کنید یک سیستم ذخیره سازی اطلاعات با 140 هارد دیسک اطلاعات اصلی داریم و می توانیم حداکثر 70 هارد دیسک افزونه به آن اضافه کنیم. دو رویکرد مختلف برای ذخیره سازی اطلاعات افزونه عبارتند از:

الف) RAID5 با آرایش 4+1

ب) RAID6 با آرایش 5+2

در این سیستم منظور از 4+1 این است که به ازای هر 4 هارد دیسک اطلاعات اصلی یک هارد دیسک با اطلاعات افزونه اضافه شده است. فرض کنید نرخ خرابی هر هارد دیسک  $\lambda = 10^{-2} f/h$  باشد و جایگزینی هر هارد دیسک به طور متوسط 20 ساعت طول بکشد. حال با توجه به اینکه هر دو سیستم دارای سربار یکسانی می باشند، موارد زیر را برای آن ها محاسبه کنید:

الف) میزان دسترس پذیری

ب) متوسط زمانی که سیستم در طول یک سال از کار خود Down خواهد بود؟



سوالات هوم ورک ششم  
درس سیستم های تحمل پذیر اشکال

نام مدرس: جناب آقای دکتر حسینی منزه

دستیار آموزشی مرتبط: یوسفی - شافعیان

مهلت تحویل (بدون کسر نمره): ۷ دی ساعت ۲۳:۵۹

ج) اگر هزینه‌ی هر تعمیر هزار دلار باشد، متوسط هزینه‌ی روزانه برای تعمیر این سیستم چقدر است؟  
اگر در هر ساعتی که سیستم در دسترس نباشد، شرکت مالک این سیستم ذخیره سازی 5000 دلار ضرر کند،  
متوسط هزینه‌ای که شرکت روزانه به علت در دسترس نبودن اطلاعات توسط کاربران از دست می‌دهد، چقدر است؟  
در مجموع هزینه‌ی نگهداری این سیستم چقدر است؟

لطفا نکات تکمیلی تمارین را ملاحظه و رعایت فرمایید.

موفق باشید.