

۱- درخت خطای مقابل را در نظر بگیرید. با فرض اینکه توزیع طول عمر قطعات پایه‌ی نمایی است مدل مارکوف مربوط به آن را ترسیم کنید. اگر نرخ شکست قطعات پایه برابر یک شکست در ده سال باشد چقدر احتمال دارد که این سیستم بیش از ده سال عمر کند؟ (۶ نمره)

۲- در یک روش کشف و تصحیح خطا برای ذخیره‌ی داده‌ها در حافظه از این روش استفاده می‌شود که برای هر داده ۸ بیتی که آن را primary می‌نامیم یک عدد parity قرار می‌دهند و سپس یک کپی کامل نیز از داده ۸ بیتی با نام backup نگه می‌دارند. هنگام خواندن داده از حافظه اگر parity خطایی را نشان ندهد از primary استفاده می‌شود ولی اگر parity خطایی را نشان دهد از backup استفاده می‌شود (parity برای backup نداریم و اگر پس از خرابی primary قسمت backup هم خراب باشد کاری نمی‌توان کرد و شکست رخ داده است). چنین کدی یک کد خطی محسوب می‌شود و لذا دارای ماتریس تولید و ماتریس وارسی است. این دو ماتریس را به دست آورید. (۴ نمره)

۳- برای یک واحد Data Cache می‌خواهیم با استفاده از روش کشف خطای نرم‌افزاری capability check هر نوع خطای stuck یا stuck-at-1 یا stuck-at-0 را کشف کنیم. با فرض اینکه سایز این Data Cache برابر با ۲۲ کیلو بایت باشد یک برنامه به زبان C بنویسید که این وارسی را انجام دهد راهنمایی: اگر می‌خواهید یک متغیر در واحد Data Cache قرار نگیرد و در عوض همواره در ثبات‌های پردازنده قرار داشته باشد باید با لغت کلیدی register تعریف شود. مثلاً می‌نویسیم `register int x;` که موجب می‌شود متغیر `x` در واقع یکی از ثبات‌های پردازنده باشد و لذا خانه‌ای از حافظه (و به تبع آن خانه‌ای از Data Cache) را اشغال نکند. (۴ نمره)

۴- در یک سیستم TMR+1Spare یک واحد TMR داریم که به محض اینکه یکی از واحدهای TMR خراب می‌شود با واحد Spare جایگزین شده و سپس تعمیر کار سراغ واحد خراب می‌رود، آن را تعمیر می‌کند و آن را به عنوان spare در سیستم قرار می‌دهد. طول عمر قطعات و همچنین زمان لازم برای تعمیر از توزیع نمایی پیروی می‌کنند. نرخ خرابی قطعات برابر λ و نرخ تعمیر آن‌ها برابر μ است. مقدار steady state availability را برای این سیستم محاسبه کنید. (۶ نمره)

۵- این مفاهیم را شرح دهید: Warm Spare، دلیل نمایی بودن توزیع طول عمر قطعات دیجیتال، تفاوت vulnerability factor و coverage، مثال از اینکه کارایی بیشتر نشان از بی‌درنگی بیشتر نیست، Optimistic TMR. (هر مورد ۰/۵ نمره).

• دلیل اینکه مجموع نمرات از ۲۰ بیشتر است این است که ارفاق قابل اکتساب برای دانشجویان در نظر گرفته شده است.

موفق باشید

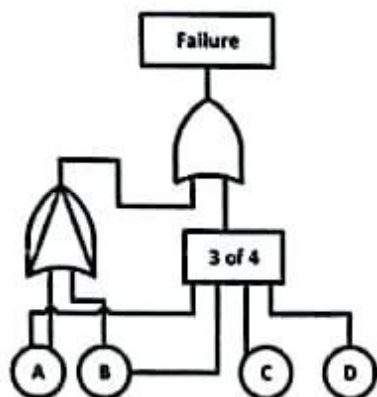
اجلایی

((بسمه تعالی))

آزمون پایان ترم درس طراحی سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده‌ی مهندسی کامپیوتر، مدت: ۱۲۰ دقیقه

• هر سؤال دارای ۴ نمره است.

(۱) در یک سیستم کامپیوتری برای مراقبت از ثبات‌های N بیتی از کدهای SECDED استفاده می‌شود به نحوی که مجموع بیت‌های داده و Parity برابر N بیت است. در صورتی که احتمال SBE در هر پالس ساعت برابر P باشد و خرابی بیت‌ها نیز از یکدیگر مستقل باشد مقدار Residual Error Rate در هر پالس ساعت چقدر است؟ یادآوری می‌گردد که RER به معنای احتمال رخداد خطایی است که روش مورد استفاده نتواند اقدامی برای آن انجام دهد (نه تصحیح شود و نه حتی کشف شود).



(۲) Fault Tree شکل مقابل را در نظر بگیرید. الف) برای این Fault Tree یک مدل مارکوف ترسیم کنید (دقت شود که گیت سمت چپ در شکل گیت PAND است). نیازی به حل مدل مارکوف به شکل تحلیلی نیست. ب) برای این Fault Tree یک قطعه کد تحلیل مونت کارلو بنویسید که توزیع طول عمر سیستم را به عنوان یک نمونه با سایز N به دست آورد. فرض کنید که توابع به شکل $TTF_X()$ یک مقدار تصادفی که طول عمر قطعه‌ی X است (که X می‌تواند A, B, C یا D باشد) را بر می‌گرداند. در انتهای قطعه کد نیز قابلیت اطمینان $R(t)$ که در آن t یکی از ورودی‌های برنامه است محاسبه شود. قطعه کد شما در قالب زبان C یا Python باشد.

(۳) در یک سیستم تحمل‌پذیر اشکال از روش Standby Sparing با یدک سرد استفاده می‌شود که یک واحد اصلی و یک واحد یدک دارد. فرض کنید که پوشش کشف اشکال مکانیسم کشف اشکال برابر با ۱۰۰٪ باشد. در این سیستم به محض اینکه واحد اصلی خراب شده و با واحد یدک جایگزین می‌شود یک تکنسین تعمیرکار شروع به تعمیر واحد خراب شده می‌کند و وقتی که تعمیر آن تمام شد به عنوان یدک به سیستم باز می‌گردد. فرض کنید که نرخ خرابی واحد اصلی برابر با λ است و همچنین نرخ تعمیر برابر با μ است (دقت شود که فرض بر این است که نه تنها طول عمر قطعات بلکه مدت زمانی که عملیات تعمیر طول می‌کشد نیز از توزیع نمایی پیروی می‌کند). Availability این سیستم را به شکل تابعی از زمان به دست آورید.

(۴) می‌دانیم که برای ماتریس‌ها داریم $\lambda(A*B) = (\lambda A)*B$ که در اینجا $*$ علامت ضرب ماتریس و λ علامت ضرب اسکالر (ضرب عدد در ماتریس) است. با استفاده از این ویژگی و با فرض اینکه $\lambda = 3$ است یک برنامه‌ی ضرب ماتریس بنویسید که در آن اگر خطایی در حین عمل ضرب ماتریس‌ها رخ دهد کشف گردد. برای نوشتن برنامه از یکی از زبان‌های C یا Python استفاده کنید.

(۵) مفاهیم مقابل را به اختصار شرح دهید: Watchdog Processor, Fault Mitigation, انواع آن، Safety, Capability Check, Overload, Checkpoint, تخریب اشکال مبتنی بر زنجیره‌ی پوشش SCIFI, TMR آنالوگ

موفق باشید

اجلای

۱) در یک پردازنده برای کشف Control Flow Error (CFE) از این روش استفاده می‌شود که در انتهای هر Basic Block (BB) تعداد دستورات زبان ماشین آن BB قرار داده می‌شود. از طرفی این پردازنده خود دارای یک شمارنده در درون خود است که تعداد دستورات اجرا شده توسط خود را می‌شمارد. این امکان برای برنامه‌نویس هست که این شمارنده را با دستور زبان ماشین مربوطه reset کند و با هر بار خواندن مقدار ثابت آن شمارنده تعداد دستوراتی که بعد از reset شدن اجرا شده‌اند را می‌دهد. در این روش در ابتدای هر BB شمارنده‌ی مذکور reset می‌گردد و سپس در انتهای BB تعداد دستور شمارش شده توسط پردازنده با تعداد دستورات BB که در انتهای آن ذکر شده است مقایسه می‌گردد. حال به این سؤال‌ها پاسخ دهید: الف) آیا برای پیاده‌سازی این روش نیاز به Watchdog Processor است؟ چرا؟ ب) از بین انواع CFE‌های BB، BB، BB به BB، PB، PB، BB و PB به PB این روش کدام را کشف می‌کند و کدام را کشف نمی‌کند و چرا؟ (۲،۵ نمره)

۲) کد CRC با چند جمله‌ای $x^3 + x + 1$ (این کد به CRC-3-GSM مشهور است) را در نظر بگیرید. الف) یک برنامه به یکی از زبان‌های Python، C یا Java بنویسید که برای رشته بیت‌ها به طول ۳۲ بایت این برنامه CRC Checksum مربوط به CRC-3-GSM را محاسبه کند و به انتهای آن ضمیمه کند. ب) ثابت کنید که CRC-3-GSM تمام خطاهای Burst به طول ۱۰ بیت را کشف می‌کند. (۵ نمره)

۳) در یک سیستم تحمل‌پذیر اشکال از روش Hybrid (ترکیب افزونگی‌های سخت‌افزاری Passive و Active یا به زبان دیگر ترکیب Fault Masking و Fault Tolerance) استفاده شده است. در این سیستم یک واحد TMR داریم که هرگاه یکی از واحدهای آن خراب شود با یک یدک گرم جایگزین می‌گردد. سپس اگر مجدداً یکی از واحدهای آن خراب گردد با یک یدک سرد جایگزین می‌گردد. خود رأی‌گیر نیز احتمال خراب شدن دارد و همچنین واحدهای مقایسه برای کشف خطا که از آن‌ها سه عدد وجود دارد نیز احتمال خراب شدن دارند (دقت کنید که چون از Standby Sparing استفاده می‌شود نیاز به واحد کشف خطا داریم که در اینجا کشف خطا از طریق مقایسه‌ی خروجی هر واحد با جواب رأی‌گیری مشخص می‌گردد). الف) درخت اشکال (fault tree) این سیستم را ترسیم کنید. ب) با استفاده از fault tree یک برنامه به یکی از زبان‌های Python، C یا Java بنویسید که با روش Monte Carlo Simulation قابلیت اطمینان این سیستم برای یک بازه‌ی زمانی داده شده محاسبه کند. فرض کنید که کتابخانه‌ی توابع لازم برای تولید اعداد تصادفی با هر توزیع دلخواه موجود است. (۵ نمره)

۴) یک سرور دارای یدک گرم است و میزان پوشش کشف اشکال مکانیسم کشف اشکال آن ۱۰۰ درصد است. در صورت خرابی سرور اصلی، سرور یدک بلافاصله جایگزین آن می‌شود و تعمیرکارها شروع به تعمیر واحد اصلی می‌کنند. همین مطلب برای واحد یدک هم برقرار است یعنی در صورت خراب شدن بلافاصله تعمیرکارها شروع به تعمیر آن می‌کنند. اگر در مواقعی هر دو واحد اصلی و یدک خراب باشند تعمیرکار به شکل موازی مشغول تعمیر آن‌ها هستند. فرض کنید که نرخ تعمیر برابر یک تعمیر در هر ۲۰ روز است و نرخ خرابی برابر یک خرابی در هر ۱۰۰ روز. مدل مارکوف این سیستم را ترسیم نموده و با استفاده از آن Availability حالت پایدار این سرور را محاسبه کنید. (۵ نمره)

۵) مفاهیمی که در ادامه آمده است را مختصراً شرح دهید: الف) سیستم‌بی‌درنگ سخت، ب) روش Check Pointing، پ) مفهوم TMR خوشبینانه (Optimistic TMR) در سیستم‌های بی‌درنگ، ت) کدهای خطی (linear code) (۲،۵ نمره)