

طراحی سیستم‌های اتکاپذیر دکتر زرندی



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)
دانشکده مهندسی کامپیوتر

رضا آدینه پور ۴۰۲۱۳۱۰۵۵

تمرین سری اول
تشخیص Fault و Error و Failure

۲۹ شهریور ۱۴۰۳



دانشکده مهندسی کامپیوتر

طراحی سیستم‌های اتکاپذیر

تمرین سری اول
تشخیص Fault و Error

رضا آدینه پور ۴۰۲۱۳۱۰۵۵

سوال اول

۵ مثال از دنیای روزمره بزنید و در هر کدام Fault و Error و Failure را مشخص کنید.

تمامی موارد با دیدگاه آقای ایکس پاسخ داده شده است.

۱. سفر با اتومبیل به یک شهر دیگر
فرض کنید شما به همراه خانواده در حال سفری طولانی با خودرو هستید. در طول مسیر، هنگامی که با سرعت بالا در حال رانندگی بودید، ناگهان شیبی را در وسط جاده مشاهده می‌کنید و چون سرعت شما بالاست با آن برخورد می‌کنید و به ادامه مسیر خود می‌پردازید. در ادامه مسیر، ناگهان خودرو خاموش می‌شود.

• **Fault:**

برخورد با مانع وسط جاده به عنوان Fault در نظر گرفته می‌شود.

• **Error:**

سوراخ شدن رادیاتور خودرو در اثر برخورد با مانع و تخلیه تدریجی آب رادیاتور و بالا رفتن آمپر دمای خودرو به عنوان Error در این سناریو در نظر گرفته می‌شود.

• **Failure:**

در نهایت خاموش شدن خودرو که علت آن دمای بالای خودرو بوده است به عنوان Failure معرفی می‌شود.

۲. ماشین لباسشویی
فرض کنید در یک روز طوفانی در خانه مشغول شستشوی لباس‌ها هستید و ماشین لباسشویی خودکار را روشن کرده‌اید تا چرخه شستشو انجام شود. ناگهان ماشین لباسشویی خاموش می‌شود.

• **Fault:**

برخورد یک صاعقه به پست برق منطقه شما، موجب افزایش ولتاژ لحظه‌ای برق می‌شود.

• **Error:**

این افزایش ولتاژ پست، به خطوط انتقال برق به منازل نیز منتقل می‌شود و ولتاژی بالای ۲۲۰ ولت به منابع مصرف‌کننده در خانه وارد می‌شود.

• **Failure:**

در اثر افزایش ولتاژ ورودی به لباسشویی، محافظ برق موجود بر سر راه لباسشویی، برای حفاظت از ماشین لباسشویی و عدم وارد شدن آسیب به آن، برق ورودی به لباسشویی را قطع کرده و لباسشویی خاموش می‌شود.

۳. لیگ برتر انگلیس

در فصل ۲۰۱۴ لیگ برتر انگلیس، در بازی چلسی و لیورپول، استیون جرارد، کاپیتان تیم لیورپول، در یک ضد حمله که از جانب تیم چلسی رخ داده بود، به هنگام دفاع از حمله‌کننده، لیز خورد و بر زمین افتاد. این اتفاق باعث شد تیم لیورپول گل دریافت کند و همین گل منجر شد لیورپول قهرمانی آن فصل را از دست بدهد.

• **Fault:**

لیز خوردن بازیکن لیورپول.

• **Error:**

لورفتن توپ و ایجاد موقعیت برای تیم چلسی.

• **Failure:**

گل خوردن تیم لیورپول و از دست رفتن قهرمانی لیگ برتر انگلیس.

۴. آتش سوزی مهتابی آزمایشگاه

در آزمایشگاه مشغول مطالعه و تحقیق بودیم که بوی بد سوختن پلاستیک را حس کردیم. در مدت کوتاهی دود غلیظی آزمایشگاه را فرا گرفت و با صدای بلند یکی از مهتابی‌ها منفجر شد.

• **Fault:**

ایجاد نوسان در برق آزمایشگاه.

• **Error:**

که منجر به بالا رفتن دمای مهتابی و ذوب شدن کابل‌های متصل به آن شده.

• **Failure:**

و در نهایت موجب به آتش گرفتن و منفجر شدن مهتابی شده است.

۵. فرمول ۱

در فصل ۲۰۲۱-۲۰۲۲ مسابقات اتومبیل‌رانی فرمول ۱، در مسابقه آخر که قرار بود قهرمان از بین Lewis Hamilton و Max Verstappen انتخاب شود، در دور نهایی مسابقه، هنگامی که Lewis Hamilton از رقیبش پیش بود، ناگهان سرعت اتومبیل کاهش پیدا می‌کند و غریب از او پیشی می‌گیرد و در نهایت Hamilton در جایگاه دوم قرار می‌گیرد و قهرمانی فصل را از دست می‌دهد.

• **Fault:**

با بررسی‌های فنی متوجه شدند که در دور پایانی مسابقه، اختلالی الکترونیکی در سیستم فرمان اتومبیل Hamilton ایجاد شده است.

• **Error:**

در اتومبیل‌های F1 تعویض دنده به صورت دستی توسط راننده و با استفاده از فرمان انجام می‌شود و از آنجایی که در سیستم فرمان اختلال ایجاد شده بوده است، راننده نمی‌توانسته دنده عوض کند و همین باعث کاهش سرعت وی شده است.

• **Failure:**

در نهایت Hamilton جایگاه قهرمانی را از دست داد.

سوال دوم

۵ مثال از سیستم‌های کامپیوتری بزنید و در هر کدام Fault و Error و Failure را مشخص کنید.

۱. الگوریتم

برنامه زیر را در نظر بگیرید:

```
int a;
a = cin >> "Enter_number:";
if(a > 10)
    cout << "True!" << endl;
else
    cout << "False!" << endl;
```

در اینجا فرض کنیم کاربر عدد ۱۰ را وارد کند و طبق الگوریتم تعریف شده برای مسئله انتظار می رود خروجی True! باشد. در حالی که در برنامه نوشته شده خروجی False! چاپ می شود.

• Fault:

اشکال به دلیل عدم دقت برنامه نویسی در نوشتن شرط if به وجود آمده است. (نگذاشتن شرط بزرگتر مساوی و قراردادن شرط بزرگتر به جای آن)

• Error:

اجرای نادرست و اشتباه else. به دلیل رخ دادن اشکال در نوشتن کد، بخشی از کد که مورد نظر ما نبوده اجرا می شود.

• Failure:

نشان دادن خروجی نادرست به کاربر.

۲. پرتوهای کیهانی

قطع شارژ سلول‌های DRAM موجود در یک حافظه بر اثر تابش پرتوهای کیهانی.

• Fault:

برخورد پرتوهای کیهانی به حافظه.

• Error:

فلیپ شدن بیت‌های حافظه.

• Failure:

انجام محاسبات اشتباه بر اثر فلیپ شدن بیت‌ها.

۳. حمله ویروس به کامپیوتر

فرض کنید در حین استفاده از اینترنت، یک فایل آلوده به ویروس را دانلود کرده‌اید و متوجه آن نشده‌اید.

• Fault:

ویروس به بخشی از فایل‌های سیستم شما نفوذ می‌کند و برخی از فایل‌های مهم سیستم عامل یا برنامه‌ها را تخریب می‌کند.

• Error:

سیستم شما شروع به نشان دادن رفتارهای غیرعادی می‌کند؛ برنامه‌ها به درستی باز نمی‌شوند یا خطاهای ناگهانی رخ می‌دهد. ممکن است پیغام‌های خطای ناگهانی ظاهر شوند یا برنامه‌ها متوقف شوند.

• **Failure:**

در نهایت، ویروس به قدری سیستم شما را تخریب می‌کند که سیستم کاملاً غیرقابل استفاده می‌شود و حتی ممکن است فایل‌های مهم شما پاک شوند. سیستم باید مجدداً از اول نصب شود یا نیاز به بازیابی داده‌ها دارید.

۴. **خرابی شبکه در شرکت**

فرض شود در یک شرکت مشغول کار هستید و همه کامپیوترها به یک شبکه داخلی متصل هستند که به سرور مرکزی دسترسی دارند.

• **Fault:**

یکی از روترهای شبکه به دلیل نوسان برق دچار نقص می‌شود و دیگر نمی‌تواند داده‌ها را به درستی به سرور مرکزی ارسال کند. نوسان برق به عنوان Fault انتخاب می‌شود.

• **Error:**

به دلیل خرابی روتر، ارتباط بین برخی از کامپیوترها و سرور مرکزی قطع می‌شود و کاربران نمی‌توانند به فایل‌ها و داده‌های موجود روی سرور دسترسی پیدا کنند.

• **Failure:**

در نهایت، شبکه به طور کامل از کار می‌افتد و هیچ‌یک از کاربران نمی‌توانند به سرور یا اینترنت دسترسی پیدا کنند تا زمانی که روتر تعمیر یا تعویض شود.

۵. **مدار منطقی**

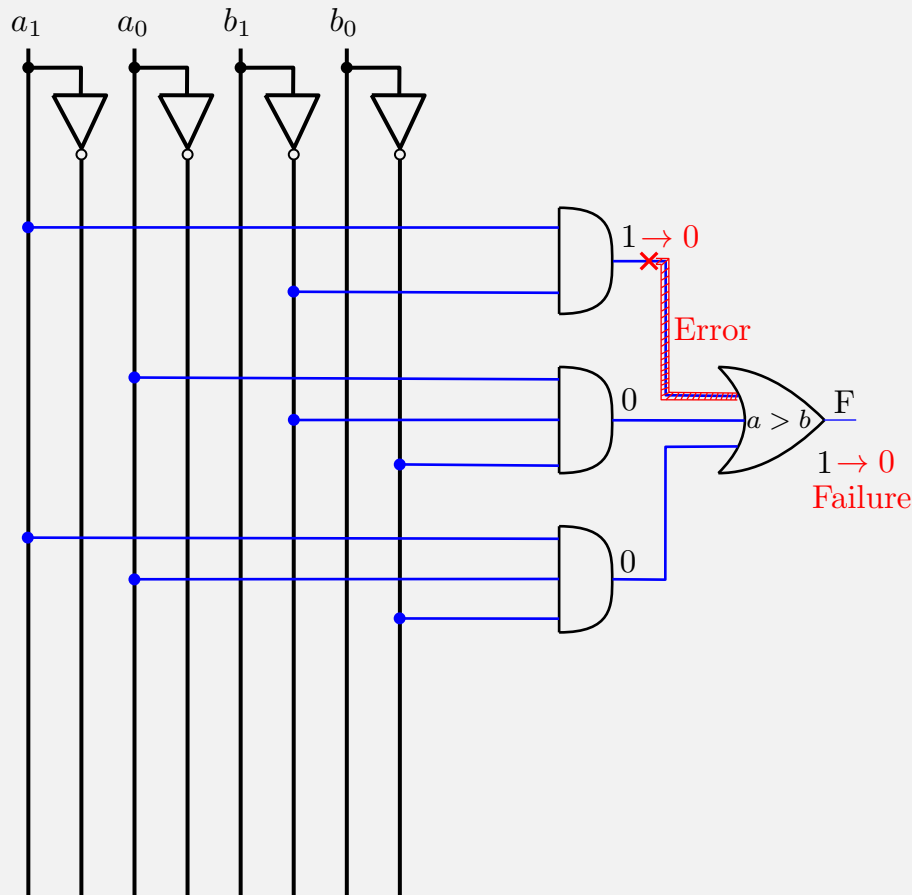
سناریو مقابل را در نظر بگیرید: یک مقایسه‌کننده ۲ بیتی نوشته ام که دو عدد ۲ بیتی a و b را مقایسه می‌کند. فرض کنیم:

$$a = a_1a_0$$

$$b = b_1b_0$$

با استفاده از جدول درستی و جدول کارنو خروجی مطلوب ما در این مسئله یعنی بزرگتر بودن a نسبت به b به صورت مقابل خواهد بود:

$$F = a_1b'_1 + a_0b'_1b'_0 + a_1a_0b'_0$$



با فرض اینکه مقدار ورودی‌ها $a = 10$ و $b = 01$ باشد، خروجی در حالت درست باید ۱ باشد ولی به دلیل رخ دادن "اشکال چسبیده به صفر" خروجی صفر می‌شود.

۱. **Fault:**

وجود اشکال "چسبیده به صفر" (اشکال دائم)

۲. **Error:**

انتشار مقدار نادرست از خروجی AND (مسیر آلوده شده که با رنگ قرمز در شکل نشان داده شده است، بیانگر مسیر انتشار Error است)

۳. **Failure:**

نمایش خروجی نادرست (عدم تشخیص بزرگ‌تر بودن a نسبت به b)

سوال سوم

۵ مثال با استفاده از ChatGPT بنویسید و در هر کدام Fault و Error و Failure را مشخص کنید.

۱. خرابی سرور ابری (Cloud Server)

فرض کنید شما یک سرویس ابری برای میزبانی از چندین وبسایت و اپلیکیشن دارید که مشتریان زیادی از آن استفاده می‌کنند.

• Fault:

یکی از درایوهای ذخیره‌سازی در سرور ابری که میزبان داده‌های حیاتی وبسایت‌ها است، دچار خرابی می‌شود. این مشکل سخت‌افزاری ممکن است به دلیل مشکلات فیزیکی یا مصرف بالای منابع ایجاد شده باشد.

• Error:

به دلیل خرابی درایو، سیستم ابری نمی‌تواند به فایل‌های وبسایت‌ها و داده‌های ذخیره‌شده به درستی دسترسی پیدا کند. کاربران با مشکلاتی مانند کندی بارگذاری یا نمایش خطاهای عدم دسترسی به داده‌ها مواجه می‌شوند.

• Failure:

در نهایت، سرور ابری از کار می‌افتد و تمامی وبسایت‌ها و اپلیکیشن‌هایی که به این سرور وابسته هستند، غیرفعال می‌شوند. این مشکل تا زمانی که درایو معیوب تعویض شود و داده‌ها بازیابی شوند، باقی می‌ماند.

۲. نقص در الگوریتم هوش مصنوعی

فرض کنید شما در حال توسعه یک سیستم هوش مصنوعی برای تشخیص سرطان در تصاویر پزشکی هستید و این سیستم به مدل‌های پیچیده یادگیری عمیق وابسته است.

• Fault:

یکی از پارامترهای آموزش شبکه عصبی (مثل نرخ یادگیری یا تعداد لایه‌ها) به اشتباه پیکربندی شده است و این باعث می‌شود که مدل نتواند به درستی بهینه شود.

• Error:

به دلیل پیکربندی نادرست، مدل هوش مصنوعی خروجی‌های اشتباه تولید می‌کند. به جای تشخیص صحیح سرطان در تصاویر، نرخ خطا بسیار بالا است و بسیاری از تشخیص‌ها نادرست می‌شوند.

• Failure:

در نهایت، سیستم هوش مصنوعی شما عملاً بی‌فایده می‌شود زیرا نتایج نادرست تولید می‌کند. این به معنای شکست کامل پروژه است و نیاز به بازبینی و اصلاح پارامترهای مدل دارید.

۳. پایگاه داده توزیع‌شده (Distributed Database) در یک شرکت بزرگ

فرض کنید شما یک سیستم پایگاه داده توزیع‌شده برای یک شرکت بین‌المللی مدیریت می‌کنید که اطلاعات حیاتی مشتریان و تراکنش‌ها را ذخیره می‌کند.

• Fault:

یکی از نودهای پایگاه داده به دلیل خرابی شبکه محلی نمی‌تواند با دیگر نودهای سیستم ارتباط برقرار کند. این نقص در ارتباط شبکه رخ داده است و عملکرد نود را مختل کرده است.

• Error:

به دلیل این نقص، پایگاه داده توزیع‌شده نمی‌تواند به درستی داده‌ها را همگام‌سازی کند. کاربران ممکن است هنگام ثبت سفارش یا انجام تراکنش‌های مالی با خطا مواجه شوند.

• **Failure:**

در نهایت، سیستم پایگاه داده قادر به ارائه خدمات به مشتریان نمی‌باشد و تمامی تراکنش‌های جدید متوقف می‌شوند. تا زمانی که مشکل نود معیوب برطرف نشود، سیستم از کار افتاده است و شرکت دچار اختلال جدی می‌شود.

۴. سیستم کنترل خودکار هواپیما

فرض کنید شما در حال توسعه یک سیستم کنترل خودکار برای هواپیماهای مسافربری هستید که از حسگرهای مختلف برای جمع‌آوری داده‌ها و کنترل پرواز استفاده می‌کند.

• **Fault:**

یکی از حسگرهای هواپیما که اطلاعات مربوط به سرعت هوا را ارائه می‌دهد، دچار نقص شده و دیگر قادر به ارسال داده‌های صحیح نیست. این نقص می‌تواند به دلیل مشکلات مکانیکی یا الکترونیکی باشد.

• **Error:**

سیستم کنترل خودکار به دلیل داده‌های نادرست از حسگر سرعت، تصمیمات اشتباهی برای کنترل پرواز می‌گیرد. به عنوان مثال، ممکن است سرعت هوا را کمتر یا بیشتر از حد واقعی تشخیص دهد و دستورات اشتباهی برای تغییر ارتفاع یا سرعت ارسال کند.

• **Failure:**

در نهایت، سیستم کنترل خودکار به طور کامل از کار می‌افتد و نیاز به دخالت انسانی برای کنترل هواپیما وجود دارد. اگر این مشکل به موقع شناسایی نشود، ممکن است خطرات جدی برای ایمنی پرواز ایجاد شود.

۵. نقص در سیستم امنیت سایبری یک سازمان

فرض کنید شما مسئول یک سیستم امنیت سایبری پیشرفته برای یک سازمان بزرگ دولتی هستید که اطلاعات محرمانه را مدیریت می‌کند.

• **Fault:**

یکی از قوانین فایروال سازمان به اشتباه پیکربندی شده و اجازه دسترسی به برخی ترافیک‌های غیرمجاز از طریق شبکه را می‌دهد. این نقص می‌تواند به دلیل خطای انسانی در پیکربندی یا نقص در نرم‌افزار امنیتی باشد.

• **Error:**

به دلیل این نقص در پیکربندی، یک نفوذگر سایبری موفق به ارسال درخواست‌های غیرمجاز به شبکه می‌شود و برخی از داده‌های حساس سازمانی را به دست می‌آورد. این خطای امنیتی به اطلاعات نادرست و نفوذپذیری شبکه منجر می‌شود.

• **Failure:**

در نهایت، سیستم امنیت سایبری به طور کامل از کار می‌افتد و نفوذگر موفق به دسترسی به اطلاعات محرمانه سازمان می‌شود. سازمان دچار آسیب جدی می‌شود و این نقص باید به سرعت رفع شود تا از وقوع آسیب‌های بیشتر جلوگیری شود.