

به نام خدا



دانشکده مهندسی کامپیوتر پروژه درس متدولوژی‌های ایجاد نرم‌افزار نیمسال اول ۰۴-۰۵

مهندسی متدولوژی برای شرکت «فناوران لجستیک هوشمند سپهر»



فرض کنید شما به عنوان مهندس متدولوژی به یک شرکت فعال در حوزه ایجاد نرم افزار دعوت شده اید. دغدغه ها و مشکلاتی که در عارضه یابی و جلسات با تیم ها، واحدها و افراد مختلف مطرح شده، در ادامه شرح داده شده است. از شما درخواست می شود تا یک متدولوژی را مناسب با موقعیت توصیف شده برای این شرکت مهندسی کنید. راهنمایی های لازم در فایل پیوست ارائه شده است.

- شرکت فناوران لجستیک هوشمند سپهر با بیش از دو دهه سابقه فعالیت، یکی از شرکت های با سابقه در حوزه زنجیره تأمین و حمل و نقل به شمار می رود. این شرکت که فعالیت خود را در قالب یک استارت آپ کوچک آغاز کرده است، در حال حاضر به یک هلدینگ بزرگ با بیش از ۲۰۰ نیروی فنی متخصص توسعه یافته است. ماهیت کسب و کار شرکت مستلزم تعامل هم زمان با دو دسته متمایز از مشتریان است. از یک سو، در بخش دولتی و حاکمیتی، پروژه های کلان در حوزه پایش مصرف سوخت و ترانزیت کالا را اجرا می کند که مستلزم الزامات سخت گیرانه امنیتی و انطباق کامل با استانداردهای رسمی و قوانین است. از سوی دیگر، در بخش خصوصی و بازار مصرف کننده نهایی، مسئول طراحی و تولید اپلیکیشن های موبایلی و پلتفرم های بلادرنگ و نوآورانه برای رانندگان و صاحبان بار است؛ محصولاتی که به دلیل فضای رقابتی نیازمند اعمال تغییرات سریع و مستمر، حتی در مقیاس روزانه هستند.
- با وجود به کارگیری متدولوژی های چابک در سطح سازمان، مدیریت شرکت با چالش های قابل توجهی از جمله تأخیرهای مکرر در تحویل پروژه ها، هزینه های بسیار بالای نگهداری و ایجاد سامانه ها و نارضایتی گسترده در میان تیم های فنی مواجه شده است. بررسی های اولیه و گفتگو با اعضای تیم ها نشان داد که واحدهای مختلف سازمان از رویکردهای ناهمگون و بعضاً ناسازگار در فرآیند ایجاد نرم افزار استفاده می کنند. در برخی تیم ها، نقش های کلیدی نظیر مالک محصول و اسکرام مستر به صورت هم زمان بر عهده یک برنامه نویس قرار گرفته است. همچنین تیم هایی با اندازه بسیار بزرگ، شامل ۲۰ تا ۳۰ نفر، در ساختار سازمانی مشاهده شده اند.
- در برخی تیم ها، جلسات روزانه تا دو ساعت به طول انجامیده و برنامه ریزی و تصمیم گیری ها در آنجا صورت می پذیرفته است. در مقابل، تیم هایی نیز وجود داشته اند که فاقد دوره های کاری مشخص بوده و زمان پایان هر دوره را به صورت سلیقه ای تعیین می کرده اند. علاوه بر این، برخی تیم ها جلسات هماهنگی را به صورت هفتگی یا حتی با فاصله های طولانی تر برگزار می کرده اند، به گونه ای که گاه ارتباط رسمی میان اعضای تیم تنها هر دو هفته یکبار برقرار می شده است.

در نتیجه جلسات عارضه‌یابی برگزار شده با برخی تیم‌ها و واحدهای مختلف سازمان، گزارش‌ها و یافته‌های زیر استخراج شده است:

• تیم هسته پردازشی

- این تیم مسئول نگهداری و ایجاد هسته پردازشی سیستم و به‌ویژه الگوریتم‌های بهینه‌سازی مسیر است که حدود ۲۰ سال پیش با زبان ++C تولید شده اند. بر اساس اظهارات مدیر تیم، بخش قابل‌توجهی از کدهای اصلی توسط برنامه‌نویسانی نوشته شده است که سال‌ها پیش سازمان را ترک کرده‌اند و دانش را مستندسازی نکرده‌اند. در نتیجه، کد موجود به یک سامانه موروثی تبدیل شده است. اعضای فعلی تیم از اعمال هرگونه تغییر مستقیم در این بخش‌ها اجتناب می‌کنند، حتی کوچک‌ترین اصلاح گاهی منجر به اختلال یا ازکارافتادگی کل سیستم می‌شود. برای افزودن قابلیت‌های ساده هم، تیم ناچار است لایه‌های جدیدی را پیرامون هسته قدیمی ایجاد کند.
- علاوه بر چالش‌های ناشی از کدهای موروثی، این تیم با بحران جدی در خصوص نبود تست‌های واحد و تست‌های رگرسیون مواجه است که وضعیت فنی سیستم را به‌شدت ناپایدار کرده است. کدهای قدیمی فاقد هرگونه زیرساخت آزمون خودکار هستند و هر درخواست تغییر از سوی تیم‌های موبایل یا وب با نگرانی و ریسک بالا در سطح کل سازمان همراه می‌شود. اعمال تغییرات حتی جزئی در پارامترهای بهینه‌سازی، به دلیل وجود وابستگی‌های پنهان میان اجزای سیستم پرخطر است و تغییر در یک بخش می‌تواند به‌صورت غیرقابل‌پیش‌بینی موجب بروز خطا یا توقف در بخش‌های کاملاً نامرتبط شود.
- در این شرایط، زمان تحویل نسخه‌های جدید افزایش چشمگیری یافته است. به‌گونه‌ای که چرخه انتشار که باید در بازه چند روزه انجام شود در چندین هفته انجام می‌شود. این تیم تست‌های دستی و فرآیندهای تجربی برای شناسایی و رفع خطاهای جدید دارد.

• تیم ایجاد اپلیکیشن و رابط کاربری

- این تیم نارضایتی جدی خود را از نبود شفافیت در تعریف نیازمندی‌ها ابراز کرده است. بر اساس مشاهدات انجام‌شده، تیم ایجاد ارتباط مستقیمی با کاربران نهایی، اعم از رانندگان یا صاحبان بار، ندارد. فرآیند استخراج و نهایی‌سازی نیازمندی‌ها به‌صورت متمرکز در واحد بازاریابی و واحد قراردادهای انجام می‌شود و خروجی این فرآیند صرفاً به شکل فهرستی از تکالیف در اختیار تیم فنی قرار می‌گیرد. پس از انتشار محصول، بازخوردهای کاربران نهایی در مواردی حاکی از عدم انطباق محصول ارائه‌شده با انتظارات و نیازهای واقعی آن‌هاست.
- مستندات تحلیلی ارسال‌شده برای تیم ایجاد فاقد ساختار مشخص هستند. به‌گونه‌ای که در یک نمودار واحد، موضوعات ناهمگنی نظیر جزئیات ظاهری رابط کاربری مانند رنگ دکمه‌ها، منطق تجاری تخصیص بار و ملاحظات امنیتی و پروتکل‌های ارتباطی به‌صورت درهم‌آمیخته ارائه

شده‌اند. این مورد باعث سردرگمی تیم ایجاد شده و مشخص نیست هر بخش از مستندات دقیقاً چه خروجی اجرایی برای برنامه‌نویسان دارد.

- در واکنش به این ابهام و با هدف افزایش سرعت، تیم به استفاده گسترده از ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی برای تولید کدهای رابط کاربری روی آورده است. این فرآیند عمدتاً به صورت کپی و جای‌گذاری مستقیم کدهای تولیدشده انجام شده و منجر به ایجاد کدی شده است که در سناریوهای عادی عملکرد قابل قبولی دارند، اما در شرایط خاص مانند قطع ارتباط اینترنتی رانندگان در مناطق فاقد پوشش رفتارهای غیرمنتظره و پیش‌بینی‌نشده از خود نشان می‌دهند. در حال حاضر، تیم با کدهایی مواجه است که نه خود آن‌ها را طراحی کرده و نه درک دقیقی از منطق داخلی آن‌ها دارد. این مورد باعث توقف عملی فرآیند بازبینی کد و اتکای کامل و بی‌چون‌وچرا به خروجی ابزارهای هوش مصنوعی شده است.

• واحد تحلیل و معماری سازمان

- با توجه به اهمیت معماری نرم‌افزار در سازمان، یک واحد مستقل و سطح بالا تحت عنوان واحد تحلیل و معماری تشکیل شده است که وظیفه بررسی و تأیید تمامی طرح‌های فنی و معماری را بر عهده دارد. این واحد متشکل از بیش از ۲۰ عضو ارشد، عمدتاً مدیران پروژه و معماران نرم‌افزار، به همراه چندین تیم وابسته است.
- واحد تحلیل و معماری بیش از هفت ماه است که درگیر تحلیل، بحث و تولید مستندات مربوط به مهاجرت سامانه‌ها به معماری مبتنی بر میکروسرویس‌ها است، بدون آنکه حتی یک خط کد عملیاتی تولید شده باشد. تمرکز این واحد بر طراحی کامل‌ترین و جامع‌ترین معماری باعث شده است که با هر تلاش برای آغاز فاز اجرا، سناریوهای جدیدی شناسایی شود که نیازمند تحلیل و مستندسازی مجدد تلقی می‌گردد.
- وضعیت مشابهی در پروژه نوسازی زیرساخت ابری سازمان مشاهده می‌شود. پروژه‌ای که بیش از دو سال است در فاز تحلیل باقی مانده است. تحلیلگران این واحد، با مواجهه مداوم با ابزارها و فناوری‌های نوظهور به‌ویژه در حوزه هوش مصنوعی تحلیل‌های پیشین را کنار گذاشته و فرآیند طراحی را از ابتدا آغاز می‌کنند.
- از منظر حاکمیت فنی، هیچ پروژه‌ای در سازمان بدون تأیید این واحد اجازه اجرا ندارد. در این فرآیند، برخی اعضا بر اساس منافع واحد یا دیدگاه‌های شخصی خود، قابلیت‌ها و پیچیدگی‌هایی را به معماری تحمیل می‌کنند که نتیجه آن تولید سامانه‌هایی با هزینه نگهداری بالاتر از هزینه تولید اولیه است. گاهی معماری‌های بزرگ، پیچیده و ناسازگاری که تلاش می‌کنند رضایت تمامی ذی‌نفعان را جلب کنند تولید می‌شود که در عمل پیاده‌سازی و نگهداشت آن‌ها دشوار و پرهزینه است.

○ همچنین تیم‌های تحلیلی وابسته به این واحد، نمودارهای معماری را اغلب به‌گونه‌ای ترسیم می‌کنند که درک آن‌ها برای برنامه نویسان دشوار است. برای مثال، در یک نمودار واحد، جزئیات فیزیکی زیرساخت مانند کابل‌کشی سرورها در کنار مفاهیم انتزاعی کسب‌وکاری قرار می‌گیرد. این مورد باعث شده است برنامه نویسان عملاً این مدل‌ها را نادیده بگیرند.

○ در این واحد، برخی معماران ارشد حضور دارند که سال‌هاست از فضای عملیاتی و اجرایی فاصله گرفته‌اند. در یکی از موارد، معماری بسیار پیچیده و کاملاً تئوریک مبتنی بر میکروسرویس‌ها و الگوهایی نظیر Event Sourcing و CQRS طراحی شده است. تیم ایجاد، که تحت فشار شدید زمان تحویل بوده، به این نتیجه رسیده است که این معماری با محدودیت‌های زیرساختی و سطح دانش فنی موجود در سازمان همخوانی ندارد و موجب کاهش کارایی سامانه می‌شود. در نتیجه، عملاً طراحی ارائه‌شده را کنار گذاشته و راه‌حل خود را پیاده‌سازی کرده است، اما برای جلوگیری از تنش سازمانی، در جلسات رسمی گزارش داده است که دقیقاً مطابق با مدل معماری مصوب عمل کرده است.

• بخش عملیات و زیرساخت

○ مدیر فنی ارشد سازمان گرایش شدیدی به استفاده از Kubernetes برای مدیریت کانتینرها دارد و این رویکرد را به‌عنوان راه‌حل تمامی مسائل زیرساختی در نظر گرفته است. بر همین اساس، حتی ابزارهای داخلی بسیار کوچک و اسکریپت‌های ساده نیز ملزم به اجرا در این بستر هستند. این تصمیمات منجر به افزایش پیچیدگی شده و فعالیت‌هایی که پیش‌تر در بازه زمانی یک‌روزه قابل انجام بودند، اکنون هفته‌ها به طول می‌انجامند.

○ علاوه بر این، تیم زیرساخت به دلیل بی‌اعتمادی به کتابخانه‌ها و راهکارهای متن‌باز، علی‌رغم وجود استانداردهای جهانی پذیرفته‌شده، اصرار دارد که پروتکل‌های ارتباطی و حتی موتورهای رمزنگاری اختصاصی تولید کند. این رویکرد موجب عقب‌ماندگی سازمان از استانداردهای صنعتی و درگیر شدن با خطاها و آسیب‌پذیری‌هایی شده است که سال‌ها پیش در سطح جهانی شناسایی و برطرف شده‌اند.

• واحد قراردادهای و امور مالی

○ این واحد بر تعیین کامل و جزئی تمامی مفاد پروژه در ابتدای قرارداد که معمولاً بازه‌ای دوساله دارد اصرار می‌ورزد. این در حالی است که نیازمندی‌های بازار حمل‌ونقل ماهیت پویا داشته و به‌صورت ماهانه دستخوش تغییر می‌شوند. تیم‌های فنی برای پایبندی به زمان‌بندی و مفاد قرارداد، ناچار به حذف تست‌های خودکار می‌شوند و تمرکز اصلی آن‌ها بر تحویل خروجی‌ای قرار می‌گیرد که صرفاً با مستندات قراردادی انطباق داشته باشد.

○ همچنین مدیران میانی سازمان وابستگی شدیدی به نمودارهای گانت دارند. برنامه‌ای تدوین شده است که در آن حتی زمان دقیق اتمام تست یک ماژول در افق ۲۴ ماه آینده مشخص شده است.

هرگونه انحراف از این برنامه حتی در شرایطی که ناشی از تغییر نیاز بازار باشد منجر به اعمال جریمه و توبیخ تیم‌ها می‌شود.

در ادامه، یافته‌های تکمیلی حاصل از مصاحبه با سایر اعضای سازمان نیز ارائه می‌شود:

- یکی از مدیران فنی سازمان، با اتکا به تجربه موفق پیشین خود در یک پروژه مبتنی بر بلاک‌چین، بر استفاده فراگیر از فناوری دفترکل توزیع‌شده در تمام سامانه‌های شرکت اصرار دارد.
- فرآیند آزمون نرم‌افزار در سازمان عملاً وجود ندارد. تیم‌ها کدهای تولیدشده توسط ابزارهای هوش مصنوعی را بدون هیچ‌گونه اعتبارسنجی یا پوشش آزمون، مستقیماً در شاخه اصلی مخزن ادغام می‌کنند. فقدان تست‌های رگرسیون موجب شده است که هر تغییر جزئی در یک بخش از سیستم، به اختلال در بخش‌های ظاهراً نامرتبط منجر شود. همچنین نبود تست‌های واحد باعث شده است که هر مرحله استقرار به تجربه‌ای پرریسک و تنش‌زا برای تیم‌ها تبدیل شود؛ به‌گونه‌ای که پایداری سامانه پس از هر انتشار عملاً قابل پیش‌بینی نیست.
- در لایه مدیریت میانی، این باور حاکم است که برنامه نویسان نباید درگیر پیچیدگی‌های دامنه کسب‌وکار یا تعامل مستقیم با مشتریان شوند. بر این اساس، خروجی فعالیت‌های تحلیلی صرفاً در قالب مجموعه‌ای از تکالیف به تیم‌های فنی ابلاغ می‌شود. به نظر این کار باعث قطع ارتباط برنامه نویس با چرایی مسئله و درک زمینه‌ای نیازمندی‌هاست؛ در نتیجه، محصول نهایی اگرچه ممکن است از منظر فنی پیاده‌سازی شده باشد، اما لزوماً با نیاز واقعی کاربران انطباق ندارد.
- به دلیل حاکم بودن فضای تنبیهی در سازمان، معماران و تیم‌های تحلیل اقدام به تولید گزارش‌ها و مستندات حجیم گاه بالغ بر ۵۰۰ صفحه شامل تمامی گزینه‌ها و سناریوهای ممکن می‌کنند، بدون آنکه هیچ گزینه‌ای به‌طور مشخص توصیه یا تأیید شود. با گسترش ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی، حجم این مستندات افزایش یافته و تولید آن‌ها نیز ساده‌تر شده است. به نظر هدف این رویکرد، ایجاد پوشش مستنداتی برای سلب مسئولیت در صورت شکست پروژه است.
- در پروژه‌های جدید و نوآورانه، علی‌رغم وجود کمیته تحلیل و معماری، برخی مدیران با استناد به ملاحظات چابکی و هزینه، ادعا می‌کنند که نیازی به طراحی معماری وجود ندارد و معماری به‌صورت خودکار در جریان تولید شکل خواهد گرفت. این دیدگاه معتقد است که برنامه‌نویسان و مهندسان باتجربه به‌طور ضمنی قادر به مدیریت پیچیدگی‌های معماری هستند. نتیجه این رویکرد برای مثال تولید سامانه‌ای بود که بعد از چند ماه به دلیل پیش‌بینی‌نشدن بار ترافیکی و الزامات مقیاس‌پذیری با شکست‌های عملیاتی مواجه شد.
- مدیران پروژه در سازمان، عملاً نقش خود را به ثبت و گزارش زمان صرف‌شده محدود کرده‌اند، چرا که این شاخص برای مدیران میانی از اهمیت بالایی برخوردار است. در مقابل، فعالیت‌هایی نظیر مدیریت ریسک و تضمین کیفیت به‌عنوان موانعی تشریفاتی و کم‌اهمیت تلقی می‌شوند. در نتیجه، هیچ دید روشنی

نسبت به ریسک‌های فنی پروژه‌ها وجود ندارد و این ریسک‌ها تنها زمانی آشکار می‌شوند که پروژه با شکست مواجه شده است.

- از منظر یکپارچگی سازمانی، چالش قابل توجهی مشاهده می‌شود. واحدهایی نظیر «پشتیبانی» و «فروش» از سامانه‌هایی کاملاً مجزا و فاقد هرگونه تعامل سیستمی استفاده می‌کنند، به گونه‌ای که برای انتقال داده‌های ساده، وابستگی به فایل‌های اکسل وجود دارد. این وضعیت موجب شده است که حتی دستیار هوش مصنوعی مستقرشده برای تحلیل داده‌های سازمانی، به دلیل نبود داده‌های یکپارچه، عملاً کارایی لازم را نداشته باشد. سایر زیرسیستم‌های سازمان نیز به دلیل تفاوت در پروتکل‌های ارتباطی و ناسازگاری مدل‌های داده، یکپارچه‌سازی آن‌ها در عمل بسیار دشوار شده است.
- یکی از مدیران فنی با سابقه که نفوذ قابل توجهی در هیئت‌مدیره دارد، به شدت با هرگونه تغییر در فرآیندها یا معرفی متدولوژی‌های مدرن ایجاد نرم‌افزار مخالفت می‌کند. وی این رویکردها را بازی‌های دانشگاهی تلقی کرده و با رفتارهای بازدارنده در جلسات رسمی، مانع حرکت سازمان به سمت چابکی و بهبود بلوغ سازمان می‌شود. این مقاومت سازمانی، یکی از موانع اصلی تحول ساختاری در شرکت به شمار می‌رود.
- برنامه نویسان کدهای تولیدشده توسط ابزارهای هوش مصنوعی را بدون درک عمیق منطق آن‌ها به صورت کپی و جای‌گذاری در سامانه‌ها استفاده می‌کنند. این امر موجب افزایش چشمگیر حجم کد، بدون بهبود متناظر در کیفیت یا پایداری سیستم شده است. در برخی موارد، ابزارهای هوش مصنوعی الگوهای طراحی غیرمتعارف و فاقد پشتوانه ارائه کرده‌اند که منجر به ایجاد بدهی فنی شده است. از سوی دیگر، متخصصان ارشد به جای انجام بازبینی دقیق و انتقادی کد، به خروجی این ابزارها اعتماد کرده‌اند و در نتیجه، فرآیند بازبینی کد عملاً به یک فعالیت صوری و غیرمؤثر تنزل یافته است.

مدیر شرکت: برای حل این مشکلات، از مشاوران مختلفی کمک گرفته‌ایم. با این حال، راه‌حلهایی که تاکنون ارائه شده‌اند، یا عملیاتی نبوده‌اند و یا کافی به نظر نرسیده‌اند. از شما درخواست داریم راه‌حل پیشنهادی خود را ارائه کنید. لطفاً برای هر یک از پیشنهادات خود، دلیل انتخاب آن را توضیح دهید و مشخص کنید که این راه‌حل برای رفع کدام مشکل پیشنهاد شده است. همچنین توضیح دهید که چگونه می‌توان اطمینان حاصل کرد که راه‌حل شما موثر، کافی و عملی است.