



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی برق - کروه مهندسی کنترل

درس کنترل خطی پاسخ تمرین صفر

نام و نام خانوادگی	مبینا جمالی
شماره دانشجویی	۴۰۲۱۶۳۶۳
تاریخ	۱۴۰۴ مهرماه



۱ بررسی کاربرد Feedback Control در زندگی شخصی

۱.۱ مقدمه و انتخاب سناریو: یک سناریوی واقعی از زندگی شخصی خود انتخاب کنید. این سناریو می‌تواند هر زمینه‌ای از زندگی شما باشد (برای مثال مدیریت فعالیت‌های ورزشی یا آموزش مهارت جدید). هدف مشخصی (Setpoint) در آن سناریو تعریف کنید و توضیح دهید که چرا رسیدن به این هدف برای شما مهم است.

سناریو من از این قرار است که من تصمیم گرفتم زبان انگلیسی را در سطحی یاد بگیرم که بتوانم بدون زیرنویس فیلم ببینم، روان صحبت کنم و برای ادامه تحصیل/کار در محیط انگلیسی زبان آماده باشم. این هدف برای من مهم است چون:

- ابزار اصلی برای ادامه تحصیل و فرصت‌های شغلی است؛
- اعتماد به نفس و خوداتکایی ام را تقویت می‌کند؛
- سرمایه‌گذاری بلندمدت روی توسعه فردی است.

هدف: دستیابی به سطح «سلط عملی» در چهار مهارت اصلی (شنیدن، صحبت کردن، خواندن، نوشتن) تا تاریخ مشخص (مثلاً ۱۲ ماه آینده یا پیش از اپلای).

اهمیت: این هدف هم جنبه عملی (ارتباط، تحصیل) دارد و هم جنبه روانی (اعتماد به نفس، هویت حرفه‌ای). بنابراین برنامه‌ریزی ام باید نه فقط «حجم مطالعه» بلکه «کیفیت و تطبیق‌پذیری» را تضمین کند.

۲.۱ تحلیل مفهومی سیستم فیدبک: با مراجعه به تعاریف و دیاگرام‌های موجود در مخزن eicourse ساختار فیدبک را برای سناریوی خود مدل کنید. اجزای سیستم را به این صورت مشخص کنید:

- عنصر تصمیم گیرنده (Controller): قوانین یا الگوریتم‌هایی که برای رسیدن به هدف استفاده می‌کنید.
- حسگر یا مشاهده گر بازخوردی (Observer/Sensor): که از وضعیت خود می‌گیرید یا داده‌هایی که اندازه گیری می‌کنید.
- محرک (Actuator): اقداماتی که انجام می‌دهید تا به هدف نزدیک شوید.
- سیستم تحت کنترل و (Plant) اغتشاشات: محیط و عوامل بیرونی که می‌توانند بر عملکرد شما اثر بگذارند.

مؤلفه‌ها را برای سناریوی من این‌گونه مشخص می‌کنم:



عنصر تصمیم‌گیرنده (Controller)

قوانين و الگوریتم‌هایی که من برای رسیدن به هدف استفاده می‌کنم، در اصل عنصر تصمیم‌گیرنده من و تصمیماتم هستیم که با توجه به برنامه ریزی‌هایی که انجام می‌دهم برنامه درسی خود را می‌سازم و بر اساس آن عمل می‌کنم مثلاً:

- قوانین برنامه‌ریزی روزانه/هفتگی: (مثلاً ۵ جلسه در هفته، ۳۰-۶۰ دقیقه تمرین فعال)؛ • قواعد واکنش به فیدبک: مثال: اگر درصد حفظ لغت در آزمون هفتگی > ۷۰ حسگر / مشاهده‌گر بازخوردها و داده‌هایی که اندازه‌گیری می‌کنم تا وضعیت واقعی ام را بفهمم؛
- نتایج تست‌های استاندارد مثلاً آزمون‌های سطح‌بندی داخلی یا ماک آیلتس
- زمان و کیفیت مکالمه (دقایق صحبت فعال با دیگران)،
- فیدبک کیفی استاد (تلفظ، گرامر، سیالیت)،
- شاخص‌های کمی مثل تعداد لغت فعال حفظ شده، درصد درک مطلب در شنیدار، سرعت خواندن و

محرك

اقدامات عینی که اجرا می‌کنم:

- جلسات مطالعه و تمرین
- شرکت در کلاس‌ها یا گردهمایی‌ها،
- استفاده از اپ‌های کمک کننده
- اصلاح سبک یادگیری مثلاً تلفظ روی نقاط ضعف

سیستم تحت کنترل

مغز، حافظه و توان یادگیری من به علاوه «شرایط محیطی آموزشی» (دسترسی به معلم، رسانه‌ها). این سیستم ورودی‌های تمرینی را می‌گیرد و خروجی مهارت زبان را تولید می‌کند.

اغتشاشات

عوامل بیرونی یا درونی که عملکرد یادگیری را مختل می‌کنند، مثلاً:

- کمبود وقت یا مشغله کاری،
- خستگی ذهنی، استرس تحصیلی/شغلی،
- بیماری یا سفر،
- منابع نامناسب یا بازخورد غلط از منابع غیرمعتبر.



۳.۱ چرایی استفاده از فیدبک: با استناد به مطالب «چرا فیدبک؟» و توضیحات ارائه شده در هفته اول، توضیح دهید که چرا کنترل Loop Open برای سناریوی شما کافی نیست و اضافه کردن یک حلقه چگونه می‌تواند به پایداری و سازگاری سیستم کمک کند.

در مسیر یادگیری زبان، اگر سیستم من باز (Open-Loop) باشد، یعنی:

- فقط طبق برنامه‌ریزی اولیه (مثلًاً روزی ۱ ساعت مطالعه) عمل کنم،
- بدون اینکه عملکرد واقعی ام (مثلًاً درک مطلب، تلفظ یا مهارت گفتاری) را ارزیابی یا اصلاح کنم.

در این حالت، فرض می‌کنم ورودی من (تلاش و تمرین) همیشه به صورت مستقیم و بدون خطأ، به خروجی مطلوب (سلط بر زبان) منجر می‌شود.

اما در واقعیت این فرض نادرست است، زیرا:

- سیستم ذهن و حافظه انسان غیرخطی و متغیر است،
- اثر تمرین در روزهای مختلف متفاوت است،
- و محیط یادگیری (اغتشاشات بیرونی) دائم تغییر می‌کند.

وقتی فیدبک اضافه می‌کنم، یادگیری من به یک سیستم بسته تبدیل می‌شود که دائمًاً خودش را تصحیح می‌کند:

۱. تشخیص و اصلاح خطاهای

من عملکرد خودم را با هدف مقایسه می‌کنم (مثلًاً با آزمون، نظر استاد، یا ضبط صدا) و ایرادات و اشکالات خود را متوجه می‌شوم و این خطأ به کنترلر (برنامه یادگیری) بازنگردنده می‌شود تا در گام بعدی اصلاح شود.

۲. افزایش پایداری

با بازخورد منظم، از انحراف تدریجی جلوگیری می‌شود. اگر عملکردم افت کند، سیستم به صورت خودکار میزان تمرین یا تمرکز را افزایش می‌دهد تا خروجی به حالت مطلوب برگردد. فیدبک مثل یک «سیستم تصحیح‌کننده مسیر» است که مانع فروپاشی یا توقف پیشرفت می‌شود.

۳. بهبود سازگاری

با توجه به بازخوردها، من می‌فهمم کدام روش یادگیری برایم مؤثرتر است. مثلاً اگر متوجه شوم درک شنیداری ضعیفتر از حد انتظار است، تمرکز را از مطالعه لغت به گوش دادن و تکرار تغییر می‌دهم. این سازگاری نتیجه مستقیم حلقة فیدبک است.

۴. کاهش تأثیر اغتشاش و نویز

اگر عواملی مثل خستگی یا استرس باعث افت موقت عملکرد شوند، سیستم فیدبک این افت را شناسایی کرده و به مرور آن را جبران می‌کند.



در نتیجه، سیستم کلی یادگیری پایدارتر و مقاوم‌تر در برابر نوسانات بیرونی می‌شود.

۴.۱ تحلیل ویژگی‌های کلیدی: ویژگی‌های زیر را طبق مفاهیم هفتۀ اول تعریف کنید و بر اساس سناریوی خود توضیح دهید:

- پایداری: بیان کنید رفتار سیستم چگونه به حالت مطلوب همگرا می‌شود و چرا پایداری اهمیت دارد.
- ردیابی (Tracking): قابلیت دنبال کردن مسیر یا هدف متغیر چگونه در سناریوی شما مطرح می‌شود؟
- کاهش اغتشاش: هنگام وقوع رویدادهای پیش‌بینی نشده چه تدابیری می‌اندیشید؟
- حذف نویز: روش شما برای کنار گذاشتن اطلاعات ناصحیح یا اندازه گیری‌های پرنوسان چیست؟
- کاهش حساسیت به عدم قطعیت مدل: اگر مدل ذهنی شما از سیستم ناقص باشد، چگونه عملکرد خود را حفظ می‌کنید؟

● پایداری

در سناریو من پایداری یعنی مثلاً اگر یک ماه به دلیل کار همزمان نتوانم تمرین کنم، پس از بازگشت با یک برنامه تعدلی سریع (کم‌فشار و بازیابی) عملکردم از هم فرو نپاشد و طی چند هفته به مسیر پیشرفت بازگردد.
اقدامات عملی:

تعريف «حداکثر کاهش مجاز» در هفته‌ها (مثلاً اگر مطالعه فعال > ۵۰ افزودن روزهای بازیابی و جلوگیری از جهش‌های ناگهانی در سطح سختی.

مانیتورینگ شاخص‌های سلامت ذهنی (کیفیت خواب، انرژی) برای شناسایی بی ثباتی زودهنگام.

● ردیابی

من اهداف مرحله‌ای تعریف می‌کنم (مثلاً تا پایان ماه سوم: درک شنیداری ۷۰٪ اقدامات عملی: طراحی نمودار پیشرفت و محاسبه انحراف هفتگی/ماهیانه).

استفاده از feedforward برای رویدادهای مشخص مثلاً قبل از آزمون رسمی کاهش حجم تمرین تنظیم گین کترلی:

اگر عقب‌ماندگی مداوم دیده شود، اعمال اقدامات اصلاحی حساب شده (مثلاً اضافه کردن ۲ جلسه مکالمه در هفته).

● کاهش اغتشاش

اغتشاش‌ها در این سناریو می‌توانند سفرهای کاری، بیماری، استرس امتحان، تغییر شغل و ... باشند.
تدابیر من:

۱. تشخیص زودهنگام: ثبت روزانه «حس انرژی» و کیفیت خواب تا اغتشاش‌ها زود شناسایی شوند.
۲. برنامه جایگزین: برای هر نوع اغتشاش یک برنامه جایگزین دارم مثلاً وقتی زمان کم است، تمرین گفتاری را به تمرین ۱۵ دقیقه‌ای با پارتner صوتی کاهش می‌دهم.



۳. قواعد واکنش: اگر آزمون ماهانه ۳ نمره زیر هدف بود هفته بعد تمرکز روی ضعف اصلی و کاهش سایر بارها.

● حذف نویز

حذف نویز به معنای جدا کردن سیگنال واقعی از اندازه‌گیری‌های پرنوسان یا خطادار تا تصمیم‌گیری مبتنی بر داده معتبر انجام شود. (نویز می‌تواند از حسگر/ابزار یا خود موقعیت ناشی شود).

در سناریو من نمونه‌هایی از نویز:

یک آزمون بد ناشی از خواب بد آن شب، بازخورد متناقض یک ناظر غیرمتخصص، یا خطای ابزار اندازه‌گیری (مثلاً اپ تلفظ که اشتباه نمره می‌دهد).

روش‌های من برای حذف نویز:

۱. میانگین‌گیری: به جای تصمیم‌گیری بر مبنای یک آزمون، از میانگین چند آزمون هفتگی/ماهانه استفاده می‌کنم.

۲. تشییت‌سنگی: از چند منبع استفاده می‌کنم — اپ برای لغات + آزمون مربی + خودارزیابی صوتی؛
تنها وقتی همه منابع نشان‌دهنده مشکل بودند، اقدام اصلاحی اجرا می‌شود.

۳. ایجاد قوانین: مثلاً اگر یک اندازه‌گیری بطور چشم‌گیر خارج از محدوده تاریخی ام باشد، آن را پرچم‌گذاری و دوباره تکرار می‌کنم
قبل از تغییر برنامه.

۴. کالیبراسیون دوره‌ای ابزارها: مثلاً اپ‌های سنجش تلفظ را با جلسات ضبط انسان مقایسه می‌کنم تا خطاهای سیستماتیک اصلاح شوند.

● کاهش حساسیت به عدم قطعیت مدل

این به معنی توانایی سیستم کنترل برای حفظ عملکرد قابل قبول حتی اگر مدل مورد استفاده برای طراحی کنترل ناقص یا اشتباه باشد است.
در عمل برای یادگیری زبان:

مدل ذهنی من ممکن است ناقص باشد؛ مثلاً ممکن است تصور کنم «هر روز یک ساعت مطالعه» همیشه منجر به یک نرخ پیشرفت ثابت می‌شود، در حالی که پاسخ فیزیولوژیک و شناختی من متغیر است.
استراتژی‌های من برای کاهش حساسیت:

۱. کنترل تطبیقی: پارامترهای برنامه را براساس داده‌های واقعی بازبینی می‌کنم (هر ۴ هفته یک بار): اگر بازده کمتر از انتظار است، شدت یا نوع تمرین را تغییر می‌دهم.

۲. طرح محافظه‌کارانه: زیاد دست به تغییرات بزرگ نمی‌زنم — افزایش تدریجی حجم و سختی.

۳. تنوع در روش‌ها: ترکیب تمرینات شنیداری، مکالمه، خواندن و نوشتار تا اگر یک روش برایم اثر کمی داشت، کلیت برنامه آسیب

نییند.

۴. شناسایی مدل آنلайн: استفاده از داده‌ها برای تخمین حساسیت شخصی (مثلاً رابطه بین ساعت‌های تمرین و افزایش درصد درک شنیداری) و بروزرسانی فرضیات.

۵. آستانه‌های ایمنی: قوانین قطع یا کاهش (مثلاً اگر خستگی تجمعی بیش از آستانه بود توقف افزایش حجم).

نتیجه گیری:

من با مدل‌سازی روند یادگیری زبان خود به صورت یک سیستم فیدبک، می‌توانم خطاهای را سریع تشخیص و اصلاح کنم، در برابر اختشاش‌ها (مشغله، خستگی، بیماری) مقاوم باشم، از داده‌های معتبر برای تصمیم‌گیری استفاده کنم (حذف نویز) و حتی اگر مدل ذهنی‌ام غلط یا ناقص باشد، با کنترل تطبیقی و سیاست‌های محافظه‌کارانه، پیشرفت پایدار و قابل اتكابی داشته باشم.

این روش دقیقاً همان مزایایی را دارد که منابع کلاسیک کنترل درباره فیدبک توضیح می‌دهند: بهبود پایداری، ردیابی هدف، کاهش اثر اختشاش و