

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

درس کنترل خطی پاسخ تمرین سری صفر

نام و نام خانوادگی	رضوان عسکری
شماره دانشجویی	۴۰۲۱۹۵۵۳
تاریخ	مهرماه ۱۴۰۴



فهرست مطالب

۳	۱	بررسی کاربرد feedback control در زندگی شخصی
۳	۱.۱	مقدمه و انتخاب سناریو
۴	۲.۱	تحلیل مفهومی سیستم فیدبک
۶	۳.۱	چرایی استفاده از فیدبک
۶	۴.۱	تحلیل ویژگی های کلیدی



فهرست تصاویر

۵	نمایی از سیستم فیدبکی مدیریت نقدینگی شخصی	۱
۶	نمودار رشد قیمت طلا در چند سال گذشته [۱]	۲



۱ بررسی کاربرد feedback control در زندگی شخصی

۱.۱ مقدمه و انتخاب سناریو

عنوان سناریو انتخاب شده: سیستم فیدبکی کنترل نقدینگی و مدیریت هزینه‌های شخصی با پس انداز و سرمایه‌گذاری طلا و شمش در ابتدا لازم می‌دانم علت انتخاب موضوع را بیان کنم. من این موضوع را انتخاب کردم چون در این ترم درس اقتصاد مهندسی را اخذ کرده‌ام و به مسائل مالی و تصمیم‌گیری اقتصادی علاقه‌مند شدم. از طرفی، شرایط فعلی جامعه، نوسانات قیمتی و تورم بالا باعث شده است که مدیریت هزینه‌ها و کنترل نقدینگی شخصی به یکی از دغدغه‌های اصلی زندگی روزمره بنده تبدیل شود.

احساس کردم این موضوع می‌تواند ارتباط مستقیمی میان دانش مهندسی کنترل و مفاهیم اقتصادی ایجاد کند؛ به طوری که بتوان با دیدگاه سیستم‌های فیدبکی، رفتار مالی خود را مدل‌سازی و تحلیل کرد. به همین دلیل، تصمیم گرفتم سناریوی این تکلیف را بر اساس «کنترل فیدبکی نقدینگی و مدیریت هزینه‌های شخصی + پس انداز» انتخاب کنم تا بتوانم از مفاهیم کنترل خطی برای توصیف رفتار مالی واقعی خود استفاده کنم.

از دیدگاه مهندسی کنترل، می‌توان فرآیند مدیریت مالی را به عنوان یک سیستم پویا در نظر گرفت که در آن ورودی، هزینه‌ها و درآمدها هستند و خروجی، میزان نقدینگی یا موجودی حساب فرد در طول زمان است.

همین طور ما در توجیه اینکه یک سیستم پویا داریم، می‌توانیم به درس اقتصاد مهندسی اشاره کنیم که در آنجا داشتیم: اقتصاد یکی از پیچیده‌ترین و شاید سخت‌ترین علم‌هاست؛ به خاطر اینکه اثر رفتار ما در زمان حال، می‌تواند در چند سال بعد نمایان شود و همین علم اقتصاد را پیچیده می‌کند. چون شاید اثر رفتار ما با گذشت زمان مطابق پیش‌بینی ما نباشد و حتی اثری عکس نتیجه دلخواه ما بدهد.

در این سناریو، هدف من این است که سطح نقدینگی شخصی در پایان هر ماه در یک بازه مشخص و مطلوب (مثلاً ۵ تا ۶ میلیون تومان) حفظ شود؛ به گونه‌ای که نه با کمبود نقدینگی روبه‌رو شوم و نه سرمایه را کد و بدون استفاده نگه دارم. این حالت به نوعی نقطه تعادل سیستم مالی محسوب می‌شود.

اهمیت این هدف از چند جنبه قابل توضیح است:

۱. پایداری مالی: داشتن سطح پایدار نقدینگی، امکان برنامه‌ریزی بلندمدت و جلوگیری از تصمیمات احساسی یا اضطراری در خرید را فراهم می‌کند. این مورد برای من بسیار با اهمیت است، چون معمولاً با تصمیمات احساسی و همچنین داشتن خصلت به اصطلاح ولخرجی به مشکل برمی‌خوردم.

۲. افزایش کارایی اقتصادی فرد: با کنترل بازخوردی مخارج، می‌توان بهره‌وری در استفاده از منابع مالی را افزایش داد و هزینه‌های غیرضروری را به حداقل رساند. این مورد دقیقاً اشاره می‌کند به سیستم فیدبک که در درس کنترل خطی اکیداً به آن اشاره می‌کردیم. در این سناریو نیز قرار است به کمک فیدبک پایداری سیستم خود را افزایش دهیم که ان شاء الله سبب کنترل هزینه‌ها و گردش پول بهینه بشود.

۳. کاهش نوسانات مالی: مشابه یک سیستم کنترل پایداری، این رویکرد مانع از نوسانات شدید در موجودی حساب (افزایش و کاهش ناگهانی) می‌شود.

۴. سازگاری با اغتشاشات بیرونی: شرایط اقتصادی، افزایش قیمت‌ها یا هزینه‌های پیش‌بینی نشده می‌توانند به عنوان اغتشاش بر سیستم اثر بگذارند؛ استفاده از بازخورد باعث می‌شود فرد بتواند به صورت تطبیقی رفتار خرج‌کرد خود را تنظیم کند.



از دیدگاه شخصی، این سناریو برای من اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا در طول ماه ممکن است درآمد یا مخارج غیرمنتظره‌ای داشته باشم و بدون استفاده از یک ساختار بازخوردی، تصمیمات مالی من ناپایدار شوند. طراحی و تحلیل یک سیستم فیدبکی برای نقدینگی به من کمک می‌کند تا رفتار مالی‌ام را پایدار، تطبیقی و هدفمند حفظ کنم؛ درست همان‌گونه که در کنترل خطی، هدف، رسیدن به حالت ماندگار مطلوب است.

در پایان اگر بخواهم علت پس‌انداز به‌صورت طلا و شمش را توضیح دهم باید گفت این از روی بررسی آمارهای چندین سال گذشته و مطالعه و مقایسه نوسان قیمت طلا با دیگر اقلام قابل سرمایه‌گذاری نظیر سکه، ماشین و ... بوده است. این طلا بوده که همواره در طول زمان افزایش قیمت پلکانی داشته و بنده به این نتیجه رسیدم خرید طلا می‌تواند بهترین گزینه برای سرمایه‌گذاری و سود کلان در درازمدت باشد. شمش نیز به دلیل اجرت پایین‌تر نسبت به طلا سود بیشتری دارد. به همین علت در برنامه پس‌انداز خود این مورد را بعد از چند ماه وارد کردم.

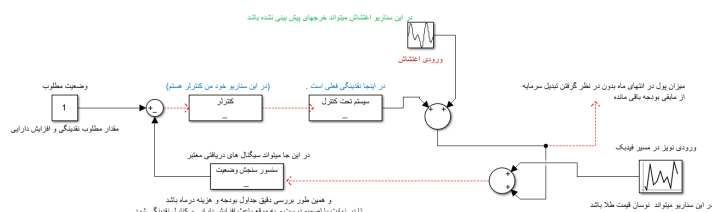
۲.۱ تحلیل مفهومی سیستم فیدبک

در این بخش می‌خواهم اجزای مختلف این سیستم را معرفی کنم. کنترلر: همان طور که گفتیم این بخش شامل قوانین و الگوریتم‌هایی بود که برای رسیدن به هدف استفاده میشد. در این سناریو، بودجه بندی ماهانه در آمد ها و هزینه ها، تخصیص درصدی از در آمد به پس انداز و سرمایه گذاری و همین طور استفاده از سیگنال های معتبری از کانال های مختلف برای خرید طلا راهنمایی میکنند میتواند عملکرد من را جهت دهی کند. به عنوان مثال در ماهی مجموع درآمد من حدود ۷ الی ۸ تومن است. از این میزان ۲۵ حسگر یا مشاهده گر: برای این سناریو من از اپ های مدیریت مالی استفاده کردم. همچنین برای راحتی بیشتر و ثبت اطلاعاتی نظیر در آمد ها و هزینه ها در بلند مدت از اکسل نیز میتوان استفاده کرد. همچنین یکی دیگر از راه های به روز و زیبا استفاده از علوم داده و کد زنی به زبان پایتون هست که به ما این قابلیت را میدهد تا اطلاعات را بررسی، نمودار های هدف را در آورده و با استفاده از آنها قضاوت خود را دقیق تر انجام دهیم. این کار به زبان متلب نیز قابل انجام است. این مورد به ما در مدت زمان طولانی میتواند کمک کند تا بهره وری بیشتری داشته باشیم. میزان سود یا زیاد خود را با نمودار های حاصل محاسبه و مقایسه کنیم. مثلا در اثرفتار مالی خود در برهه ای از زمان چه میزان سود کرده ایم؟ آیا این میزان سود منطقی و به صرفه بوده؟ چه کار میتوانستیم انجام دهیم تا سود بالاتری به دست بیاوریم در آینده؟ یا حتی برعکس ... مثلا اگر در برهه ای از نمودار عملکرد مالی خود نزول مشاهده کردیم، از خود پرسیم، در آن زمان چه رفتار مالی مخربی داشته ام؟ چه چیز هایی موجب این زیان شد؟ چه راهکار هایی را میتوانم به کاربندم تا در آینده دچار این رکود نشوم؟ و من به شخصه مشاهده کردم در دراز مدت وقتی برمیگردم و عملکرد خود را مدام و لحظه به لحظه چک میکنم و پاسخ سوالات بالا را کشف میکنم، به رفتار مالی درست تری دست پیدا میکنم. و تا حد خوبی نقاط ضعف و تاریک، اصلاح میشود. محرک: در سناریوانتخابی من، با توجه به ویژگی شخصی که بسیار فردی بودم که از روی احساسات تصمیمات آنی و لحظه ای میگرفتم و از سوی دیگر بسیار دنبال مد گرایی میرفتم در ابتدا کنترل این رفتار ها برای من سخت بود. بدین منظور برای خود یک سیستم پاداش و مجازات تعیین نمودم. در این سیستم قانون این بود که اگر در پایان ماه کمتر از ۲۵ نتیجه این قانون: در ماه اول هیچ درصد باقی نماند و در نتیجه نمیتوانستم برای خود هزینه ای جداگانه انجام دهم. اما در ماه بعد خود را مجاب کردم هزینه های غیر ضروری را کاهش دهم تا حتما درصدی باقی بماند در انتهای ماه. در پاسبان ماه دوم حدود ۵۰۰ هزار تومن باقی ماند. با این مبلغ قطعاً نمیشد چندین خرید ایده آل داشت. اینجا بود که در من مهارت اولویت بندی تقویت شد. من اولویت بندی کردم بین نیاز های ضروری و واجب و نیاز هایی که صرفاً از روی احساسات و هوس است. به مرور زمان این مبلغ افزایش یافت تا خروجی ۱ تومان ثابت رسید. یعنی در هر ماه از ۲ میلیون تومان هزینه به نصف این مبلغ رسیدم و روی همین در چندین ماه ثابت نگه داشتم. با گذر زمان میل به مد گرایی در من به شدت کاهش یافت. تصمیمات احساسی و آنی نسبت به گذشته تقریباً به صفر رسیدند. و گاهی بخشی از این ۱ تومان را به بخش پس انداز اختصاص میدادم. سیستم تحت کنترل و اغتشاشات: سیستم تحت کنترل ما اینجا تمام درآمد ها و هزینه ها بود و اغتشاشات میتواند مثلاً پایین آمدن قیمت طلا در بخش پس انداز یا ایجاد



هزینه های غیر قابل پیش بینی باشد که از خرابی وسایل مورد نیاز یا حتی خرید اپلیکیشن یا دوره خاصی که از قبل اطلاع نداشتیم در مورد خرید آن و پیش بینی راجع بهش نکرده بودم. به عنوان مثال در ترم گذشته مجبور به خرید دوره آموزشی نرم افزاری شدم که استاد پروژه را با آن تعریف کرده بودند اما من به آن برنامه مسلط نبودم و از طرفی زمان ما کم بود در نتیجه برای تعدیل و جلوگیری از اغتشاش ناگهانی به بودجه تصمیم گرفتم این را به بقیه دوستان اطلاع دهم تا با هم دوره را به صورت گروهی تهیه و استفاده کنیم. بدین صورت اغتشاش تا حدی مدیریت شد. در ابتدا و قبل شروع این سناریو عملکرد و رفتار مالی من به صورت کاملاً حلقه باز بود که هیچ فیدبکی از کار خود در دراز مدت نمیگرفتم بدین صورت معمولاً بخش اعظمی از درآمد یعنی حدود ۸۰ الی ۹۰ و جدای از این بحث اصلاً بخش پس انداز بلند مدت و کوتاه مدت وجود نداشت. اما با واپایش و کنترل به موقع و زود به زود چارت ها و نمودار های عملکرد در پایتون و متلب علاوه بر ایجاد انگیزه، به بهبود هوشمندانه عملکرد تاثیر به سزایی دارد. این مورد به ما در مدت زمان طولانی میتواند کمک کند تا بهره وری بیشتری داشته باشیم. میزان سود یا زیاد خود را با نمودار های حاصل محاسبه و مقایسه کنیم. مثلاً در اثرفرمار مالی خود در برهه ای از زمان چه میزان سود کرده ایم؟ آیا این میزان سود منطقی و به صرفه بوده؟ چه کار میتوانستیم انجام دهم تا سود بالاتری به دست بیاورم در آینده؟ یا حتی برعکس... مثلاً اگر در برهه ای از نمودار عملکرد مالی خود نزول مشاهده کردیم، از خود پرسیم، در آن زمان چه رفتار مالی مخربی داشته ام؟ چه چیز هایی موجب این زیان شد؟ چه راهکار هایی را میتوانم به کاربندم تا در آینده دچار این رکود نشوم؟ و من به شخصه مشاهده کردم در دراز مدت وقتی برمیگردم و عملکرد خود را مدام و لحظه به لحظه چک میکنم و پاسخ سوالات بالا را کشف میکنم، به رفتار مالی درست تری دست پیدا میکنم. و تا حد خوبی نقاط ضعف و تاریک، اصلاح میشود. و همه این ها به مرور برای من پایداری سیستم اقتصادی و سازگاری اون با بودجه من رو به همراه داشت.

در ابتدا و قبل شروع این سناریو عملکرد و رفتار مالی من به صورت کاملاً حلقه باز بود که هیچ فیدبکی از کار خود در دراز مدت نمیگرفتم بدین صورت معمولاً بخش اعظمی از درآمد یعنی حدود ۸۰ الی ۹۰ و جدای از این بحث اصلاً بخش پس انداز بلند مدت و کوتاه مدت وجود نداشت. اما با واپایش و کنترل به موقع و زود به زود چارت ها و نمودار های عملکرد در پایتون و متلب علاوه بر ایجاد انگیزه، به بهبود هوشمندانه عملکرد تاثیر به سزایی دارد. این مورد به ما در مدت زمان طولانی میتواند کمک کند تا بهره وری بیشتری داشته باشیم. میزان سود یا زیاد خود را با نمودار های حاصل محاسبه و مقایسه کنیم. مثلاً در اثرفرمار مالی خود در برهه ای از زمان چه میزان سود کرده ایم؟ آیا این میزان سود منطقی و به صرفه بوده؟ چه کار میتوانستیم انجام دهم تا سود بالاتری به دست بیاورم در آینده؟ یا حتی برعکس... مثلاً اگر در برهه ای از نمودار عملکرد مالی خود نزول مشاهده کردیم، از خود پرسیم، در آن زمان چه رفتار مالی مخربی داشته ام؟ چه چیز هایی موجب این زیان شد؟ چه راهکار هایی را میتوانم به کاربندم تا در آینده دچار این رکود نشوم؟ و من به شخصه مشاهده کردم در دراز مدت وقتی برمیگردم و عملکرد خود را مدام و لحظه به لحظه چک میکنم و پاسخ سوالات بالا را کشف میکنم، به رفتار مالی درست تری دست پیدا میکنم. و تا حد خوبی نقاط ضعف و تاریک، اصلاح میشود. و همه این ها به مرور برای من پایداری سیستم اقتصادی و سازگاری اون با بودجه من رو به همراه داشت در این قسمت که تحلیل مفهومی سیستم فیدبک هست قصد دارم با تحلیل هایی که تا الان انجام دادم بلوک دیاگرام و شماتیک کنترلی این سناریو را با سیمولینک پیاده کنم.



شکل ۱: نمایی از سیستم فیدبکی مدیریت نقدینگی شخصی



۳.۱ چرایی استفاده از فیدبک

در ابتدا و قبل شروع این سناریو عملکرد و رفتار مالی من به صورت کاملاً حلقه باز بود که هیچ فیدبکی از کار خود در دراز مدت نمیگرفتم بدین صورت معمولاً بخش اعظمی از درآمد یعنی حدود ۸۰ الی ۹۰ و جدای از این بحث اصلاً بخش پس انداز بلند مدت و کوتاه مدت وجود نداشت. اما با واپایش و کنترل به موقع و زود به زود چارت ها و نمودار های عملکرد در پایتون و متلب علاوه بر ایجاد انگیزه، به بهبود هوشمندانه عملکرد تاثیر به سزایی دارد. این مورد به ما در مدت زمان طولانی میتواند کمک کند تا بهره وری بیشتری داشته باشیم. میزان سود یا زیاد خود را با نمودار های حاصل محاسبه و مقایسه کنیم. مثلاً در اثرفرمار مالی خود در برهه ای از زمان چه میزان سود کرده ایم؟ آیا این میزان سود منطقی و به صرفه بوده؟ چه کار میتوانستیم انجام دهیم تا سود بالاتری به دست بیاوریم در آینده؟ یا حتی برعکس... مثلاً اگر در برهه ای از نمودار عملکرد مالی خود نزول مشاهده کردیم، از خود پرسیم، در آن زمان چه رفتار مالی مخربی داشته ام؟ چه چیز هایی موجب این زیان شد؟ چه راهکار هایی را میتوانم به کار بندم تا در آینده دچار این رکود نشوم؟ و من به شخصه مشاهده کردم در دراز مدت وقتی برمیگردم و عملکرد خود را مدام و لحظه به لحظه چک میکنم و پاسخ سوالات بالا را کشف میکنم، به رفتار مالی درست تری دست پیدا میکنم. و تا حد خوبی نقاط ضعف و تاریک، اصلاح میشود. و همه این ها به مرور برای من پایداری سیستم اقتصادی و سازگاری اون با بودجه من رو به همراه داشت.

۴.۱ تحلیل ویژگی های کلیدی

پایداری: این اصل در زمان اغتشاش بسیار مهم میشود. مثل همان مثالی که راجع به خرید دوره آموزشی در بالاتر توضیح داده ام. در این سیستم، پایداری به معنای همگرا شدن رفتار مالی من به سمت یک وضعیت مطلوب و قابل کنترل است؛ مثلاً رسیدن به تعادل بین درآمد، هزینه، و پس انداز. اگر پس از هر اغتشاش یا تغییر ناگهانی (مثل هزینه غیرمنتظره)، سیستم بتواند با اصلاح تصمیمات (مثل کاهش هزینه های غیر ضروری یا تعویق خرید های غیر ضروری) دوباره به مسیر هدف مالی بازگردد، سیستم پایدار است. همچنین انتخاب طلا به عنوان منبعی در جهت سرمایه گذاری، برای کاهش اغتشاش و همین طور تا حد امکان کنترل نوسان بازار است. با بررسی شکل زیر که نمودار قیمت طلا در ۵۰ سال گذشته بوده است در میابیم که هر چند این کالا در زمان هایی نزول و کاهش قیمت رداشته است اما سیر کلی آن رشد است و می تواند در طولانی مدت برای ما برای سرمایه گذاری انتخاب خوبی باشد.



شکل ۲: نمودار رشد قیمت طلا در چند سال گذشته [۱]

اهمیت پایداری: پایداری باعث می شود که در بلندمدت، اهداف مالی شما مثل خرید طلا یا رسیدن به سطح مشخصی از پس انداز محقق شوند، بدون اینکه سیستم دچار نوسان یا شکست شود. ردیابی: ردیابی موفق یعنی سیستم بتواند اهداف جدید را دنبال کند بدون اینکه عملکرد کلی آن مختل شود. در این سناریو ممکن از در برهه ای من احتیاج داشته باشم به جای سود ۲۰ میلیون تومان به ۳۰ میلیون



تومان برسم. در اینجا باید با ردیابی بازار ارز حتی بررسی سیگنال های بقیه راه های قابل سرمایه گذاری مثل بورس و یا پیگیری و تا حد امکان پیش بینی قیمت طلا و شمشو سکه تصمیم درستی از این ردیابی بگیرم و در رفتار مالی خود تاثیر دهم. رفع نویز: نویز در این حیطه را میتوان شایعات در مورد سقوط قیمت طلا مثال زد یا حتی داده های ناقص از هزینه های ماهانه. به طور کلی یکی از بهترین و معمولاً کم خطا ترین راه ها بررسی نرخ نوسان در طولانی مدت و میان گیری است. اینکه در هر زمانی چه اقدامی صورت گیرد برای خرید. یا اصلاً شرکت در بورس های مختلف. همه این ها نیازمند داشتن دیتای به نسبت بزرگی از قیمت های قبلی کالا است. البته که همان طور که گفتیم علم اقتصاد علم پیچیده ای است و شاید با وجود پیش بینی و بررسی های دقیق خطا داشته باشیم. اما به طور کلی به شخصه این مشکل را با گرفتن سیگنال های معتبر و قابل اعتماد از دوستان و آشنایان و دیگر منابع آگاه که در صرافی ها هستند، به حداقل رساندم. کاهش حساسیت به عدم قطعیت مدل: مدل ذهنی از سیستم مالی ممکن است ناقص باشد؛ مثلاً پیش بینی اشتباه از درآمد آینده یا نادیده گرفتن تورم. برای حفظ عملکرد در چنین شرایطی، باید: از مدل های انعطاف پذیر استفاده کنیم (مثلاً بودجه بندی قابل تنظیم) سناریوهای مختلف را شبیه سازی کنیم (مثل حالت خوش بینانه، واقع گرایانه، بدبینانه) تصمیمات را مرحله به مرحله و قابل اصلاح بگیریم (مثل سرمایه گذاری تدریجی) مثل کاری که من در این سناریو انجام دادم. بخشی از چول صرف خرید طلای آنلاین میشود و بخش دیگر برای خرید طلای فیزیکی کنار گذاشته میشود. این رویکرد باعث می شود که حتی با مدل ناقص، سیستم عملکرد قابل قبولی داشته باشد و به سمت هدف مالی حرکت کند.

منابع

کتاب اقتصاد مهندسی دکتر اسکو نژاد

[1] <https://namnamak.com>