

بسم الله الرحمن الرحيم

نخستین درس در سیستم‌های دینامیکی گسسته زمان

ریچارد ای. هلمگرن

مترجمان:

ابوالحسن رزمی‌نیا، الهام پولادی



دانشگاه تهران

انتشارات دانشگاه خلیج فارس

بوشهر

۱۳۹۷

سرشناسه	: هولمگرن، ریچارد ا. Holmgren, Richard A
عنوان و نام پدیدآور	: نخستین درس در سیستم‌های دینامیکی گسسته زمان/ ریچارد ای. هولمگرن: مترجم ابوالحسن رزمی‌نیا، الهام پولادی.
مشخصات نشر	: بوشهر: دانشگاه خلیج فارس، انتشارات، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۲۴۵ ص.: مصور، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۷۵۴۴-۱۹-۸
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: A first course in discrete dynamical systems.
یادداشت	: واژه‌نامه.
موضوع	: دستگاه‌های دینامیکی دیفرانسیل پذیر
موضوع	: Differentiable dynamical systems
شناسه افزوده	: رزمی‌نیا، ابوالحسن، ۱۳۶۰ - مترجم
شناسه افزوده	: پولادی، الهام، ۱۳۷۵ -
رده‌بندی کنگره	: QA۶۱۴/۸-۹۳۰۳۰۰۰۰
رده‌بندی دیویی	: ۵۱۴/۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۰۵۱۷۱۱۱۱۱۱۱۱



انتشارات دانشگاه خلیج فارس بوشهر

عنوان کتاب: نخستین درس در سیستم‌های دینامیکی گسسته زمان

مؤلف: ریچارد ای. هولمگرن

مترجمان: ابوالحسن رزمی‌نیا، الهام پولادی

ویراستار ادبی: زهرا جلال‌زاده

صفحه‌آرا: پروین نقی‌زاده

طراح جلد: سید علی جعفری

تاریخ و نوبت چاپ: ۱۳۹۷ - اول

شمارگان: ۱۰۰۰

قطع: وزیری

قیمت: ۲۶۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۵۴۴-۱۹-۸

کلیه حقوق این اثر برای مؤلفین و دانشگاه خلیج فارس محفوظ است.

نشانی: بوشهر، خیابان خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، معاونت پژوهش و فناوری،

انتشارات دانشگاه خلیج فارس، کد پستی: ۷۵۱۶۹۱۳۸۱۷، تلفن: ۰۷۷۳۱۲۲۲۰۷۷

رایانامه: press@pgu.ac.ir

پیش گفتار

با رشد فزاینده کالج‌ها و دانشگاه‌ها، استفاده از درس سیستم‌های دینامیکی گسسته در دوره‌های کارشناسی مطرح است. این رشد به خاطر راجع کامپیوترهای قوی و ارزانی است که قابلیت دسترسی به پدیده‌های پیچیده و جالبی را دارند. در بطن دینامیک است. دلیل دوم برای معرفی دینامیک در برنامه درسی دوره کارشناسی آن است که این بحث به منزله پی برای یک ساختمان عظیم است. ساختمانی که متشکل از دروس ریاضیاتی الگوریتمی مرسوم تا مفاهیم جذاب‌تری از آنالیز و توپولوژی است.

سیستم‌های دینامیکی گسسته اساساً توابع با تکرار هستند و آن‌ها یک چرخه خود داشته باشد که کامپیوترها به خوبی از پس آن برمی‌آیند. تکرار است. هم اکنون کسی که به یک کامپیوتر شخصی دسترسی دارد، می‌تواند تصاویر زیبایی تولید کند که ریشه‌های آن در سیستم‌های دینامیکی گسسته قرار می‌گیرد. ریاضیاتی که در پس ترسیم این تصاویر وجود دارد، در جای خود ریاضیات زیبایی است و موضوع مورد بحث در این کتاب است. حداکثر تلاش ممکن برای بهره‌برداری از این موقعیت برای روشن ساختن زیبایی و قدرت ریاضیات به روشی جذاب انجام شده است. این کتاب در درجه اول یک کتاب ریاضیات است. افرادی که این کتاب را می‌خوانند و تمرین آن را حل می‌کنند نه تنها فهم خوبی از سیستم‌های دینامیکی به دست می‌آورند، که فهم آن‌ها از مفاهیم

مرتبط در آنالیز نیز به خوبی افزایش می‌یابد.

چگونه از این کتاب استفاده کنیم. این کتاب برای یک درس یک ترمه در رابطه با سیستم‌های دینامیکی گسسته مناسب است. این کتاب بر اساس نوشته‌هایی از دروس کارشناسی است که در طی چند سال اخیر تدریس کردم. مطالب این کتاب متناسب با دانشجویان کارشناسی در نظر گرفته شده است که یک سال یا بیش تر ریاضیات مقدماتی در دانشگاه گذرانده باشند. دانشجویانی که در کلاس‌های من حاضر می‌شوند، از رشته‌های مختلفی می‌آیند؛ بیش‌تر آن‌ها از رشته‌های دیگر هستند که به دلیل علاقه‌ای که به این موضوع دارند، این درس را می‌گیرند. مرور مفاهیمی از ریاضیات مقدماتی برای شروع، ضروری است. به صورت خاص، فصل‌های ۲ و ۳ به مرور توابع و اعداد حقیقی اختصاص داده شده است. طبق نظر دانشجویانم موضوعات این فصل‌ها به شدت به عنوان پیش‌رسته برای فصل‌های بعدی مفید است. بقیه مفاهیم در فصل‌های بعدی مرور یا معرفی می‌شوند.

وابستگی متقابل فصول ۱ تا ۱۱ بسیار دقیق است و باید پشت سر هم مطالعه شوند. دانشجویانی با پس‌زمینه خوب در آنالیز حقیقی می‌توانند از فصول ۲ و ۳ رد شوند. از طرفی دیگر، دانشجویانی با تنها یک سال مطالعه ریاضیات در دبیرستان می‌توانند در مطالعه و نوشتن اثبات‌های ریاضی، به صورت خاص به مطالعه این فصول و حل تمرین‌های آن تشویق می‌شوند. این فصول برای ارائه پیچیدگی‌های ریاضیاتی که برای رسیدگی به بخش‌های باقیمانده کتاب ضروری است، مورد نظر قرار گرفته‌اند. فصل ۱۴ و ۱۵ به استثنای قسمت ۱۴.۶ که نیاز به پیش‌نیازی فصل ۱۲ دارد، می‌توانند بلافاصله بعد از فصل ۱۱ مطالعه شوند.

از آنجایی که قلب هر کتاب ریاضی خوب تمرین‌های آن هستند، تعداد قابل توجهی تمرین جذاب در این کتاب آورده‌ام. تمرینات شامل تمرینات محاسباتی و تمریناتی است که به اثبات نیاز دارند. تعداد زیادی از تمرینات شامل مباحث نظری هستند که بنابر صلاح‌دید مربیان این کتاب، به جای اثبات‌های رسمی، می‌توانند با چند پاراگراف توصیفی یا رسم شکل پاسخ داده شوند. برخی از تمرینات در ادامه متن کتاب آورده شده است. این تمرینات با یک دایره مشکی (*) یا در برخی حالات حتی با یک ستاره دوتایی (**) مشخص شده‌اند.

به همه دانشجویان توصیه می‌شود که مسائل ستاره‌دار را حل کنند. تلاش برای حل این

مسائل در فهم عمیقتر مباحث بسیار کمک کننده است. حتی اگر مسأله به صورت کامل حل نشود. علاوه بر این، من برای برخی از این دسته مسائل یک راه حل کامل ندارم، اما کار روی آن‌ها بسیار جذاب (و مفرح) است.

در برخی موارد تقریباً غیرممکن است یک تمرین را بدون استفاده از یک کامپیوتر حل کنید. Mathematica یا یک بسته مشابه منبع خوبی برای حل اغلب آن‌هاست. کد Mathematica مرتبط در قسمت پیوست آورده شده است. هم چنین نوشتن برنامه های ساده برای حل تمرین، کار آسانی است. جزئیات و منابع در قسمت کتابنامه و پیوست آورده شده است.

سپاسگزار می‌باشم. افراد زیادی در پیشرفت این کار دست داشتند. ابتدائاً و در درجه نخست مایلم از دانشجویانم تشکر کنم که با جواب های مشتاقانه و علاقه مندانه خود مرا به نوشتن این کتاب تشویق کردند. به سورت خاص از کریستا کولز^۱، جو کری^۲ و جیمز گیل^۳ ممنونم که روی بیشترین بنای ۱۰ فصل ابتدایی کار کردند و بازخورد ارزشمندی روی جمله بندی و ارائه این کار داشتند.

مارک اسنولی^۴ و دانشجو یانث کالج کارتیج^۵ از نسخه اولیه این کتاب استفاده کردند و پیشنهادات اضافی آماده کردند. مایه گروس بودند. ایده فصلی در رابطه با انشعابات به صورت کلی ایده مارک بود. اصلاحیه های بسیار در این فصل توسط رجبر گرفت^۶ ارائه شدند. همه خطاها و ارائه اطلاعات نادرست توسط نویسنده ا سافه شده بودند. رجبر گرفت و جرج دی^۷ استحقاق آن را دارند که به طور خاص برای مطالب دقیق و اصلاح همه متن دست نوشته کتاب، شناخته شوند. در انتها مایلم سپاسگزاری خود را از حمایت دوستانم و خانواده ام اعلام کنم که بدون حضور آن‌ها این کار به اتمام نمی رسید.

پاردا ای. هلمگرن

میدویل، پنسیلوانیا

^۱ Crista Coles

^۲ Joe Cary

^۳ James Gill

^۴ Mark Snavelly

^۵ Carthage College

^۶ Roger Kraft

^۷ George Day

فهرست مطالب

ب	پیش‌گفتار
ذ	فهرست شکل‌ها
۱	۱ مقدمه
۵	۱.۱ نمودار فاز
۹	۲ نگاهی سریع به توابع
۲۱	۳ توپولوژی اعداد حقیقی
۳۱	۴ نقاط متناوب و مجموعه‌های پایدار
۳۷	۱.۴ آنالیز گرافیکی
۴۳	۵ قضیه سارکفسکی

ح	فهرست مطالب	
۶	مشتق‌پذیری و نتایج آن	۵۱
۷	خانواده پارامتری توابع و دوشاخگی	۶۳
۸	تابع لُجستیک (قسمت اول)	۷۳
۹	دینامیک نمادین و آشوب	۸۷
۱۰	تابع لُجستیک (قسمت دوم): اختلاط توپولوژیکی	۱۰۵
۱۱	تابع لُجستیک (قسمت دوم)	۱۱۷
۱۲	روش نیوتون	۱۲۹
	۱.۱۲ روش نیوتن برای توابع درجه دو	۱۳۶
	۲.۱۲ روش نیوتن برای توابع درجه سه	۱۴۲
	۳.۱۲ بازه‌ها و سرعت همگرایی	۱۵۰
۱۳	روش‌های عددی حل معادلات دیفرانسیل	۱۵۷
۱۴	دینامیک توابع مختلط	۱۷۳
	۱.۱۴ اعداد مختلط	۱۷۳
	۲.۱۴ توابع مختلط	۱۷۸
	۳.۱۴ دینامیک توابع مختلط	۱۸۱
	۴.۱۴ کره ریمان	۱۸۷
	۵.۱۴ روش نیوتن در صفحه مختلط	۱۹۱
۱۵	خانواده درجه دو و مجموعه مندلیت	۲۰۳
آ	الگوریتم‌های کامپیوتری	۲۱۳
	۱.آ توابع تکرار شونده	۲۱۳

۲.آ	آنالیز گرافیکی	۲۱۷
۳.آ	نمودارهای دوشاخگی	۲۲۰
۴.آ	مجموعه‌های جولیا	۲۲۲
۵.آ	مجموعه مندلیبر	۲۲۴
۶.آ	مجموعه‌های پایدار روش نیوتن	۲۲۶

۲۲۹	مراجع
-----	-------

۲۳۵	واژه‌نامه فارسی، انگلیسی
-----	--------------------------

۲۴۱	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
-----	----------------------------