پیتر لینز

مقدمه‌ای بر
نظریه زبان‌ها و ماشین‌ها

مهندس بابک سلیمی اول

مهندس مجتبی پورمحقق

(عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور)

نشر جهان آورا

انتشارات نما

لینز، پیتر-
مقدمه‌ای بر نظریه زبان‌ها و ماشین‌ها/ نویسنده پیتر لینز؛ مترجم بابک سلیمی اول، مجتبی پور محقق.- مشهد: نما، جهان فردا، ۱۳۸۸-
۳۶۰ ص: مصور، جدول.
ISBN: 978-600-5068-45-0 ۶۰۰۰۰ ریال
فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا (فهرستویسی پیش از انتشار)
عنوان اصلی: An Introduction to formal languages and automata
۱. زبانهای صوری. ۲. نظریه ماشین، اصلاح. الف. سلیمی اول، بابک، ۱۳۶۳، مترجم. ب. پورمحقق، مجتبی، ۱۳۵۴، مترجم. ج. عنوان.
QA ۲۶۷/۳ / ۰۰۶/۶۹۶
۱۳۸۸
کتابخانه ملی ایران

انتشارات نما

نشرجهان فردا

انتشارات نما، مشهد، تلفن ۸۴۰۷۹۹۵ – تهران، تلفن ۶۶۴۶۴۵۹۳
E-mail: info@namapub.ir http://www.namapub.ir

نام کتاب: مقدمه‌ای بر نظریه زبان‌ها و ماشین‌ها
نویسنده: پیتر لینز
ترجمه: بابک سلیمی اول، مجتبی پور محقق
شمارگان: ۳۰۰۰ نسخه
چاپ اول ۱۳۸۸ - ۳۶۰ صفحه وزیری
چاپ و صحافی: دانشگاه فردوسی
قیمت: ۶۰۰۰۰ ریال
شابک: ۰-۴۵-۵۰۶۸-۶۰۰-۹۷۸

حق چاپ محفوظ است

مرکز پخش: تهران- انقلاب، خیابان اردیبهشت- کوچه وحید شماره ۷ تلفاکس ۶۶۴۶۴۵۹۳
فروشگاه شماره ۱ شعبه دانشگاه آزاد: مشهد- قاسم‌آباد- استاد یوسفی ۱۷- کتاب جهان‌نما تلفاکس ۶۶۲۸۲۲۵
فروشگاه شماره ۲ شعبه دانشگاه سجاد: مشهد- بلوار ابرج‌میرزا- بین ابرج‌میرزا ۶۱ و ۶۳ کتاب جهان‌نما تلفاکس ۶۰۸۶۴۷۶

فهرست

مقدمه نویسنده ۹

مقدمه مترجم ۱۲

فصل ۱ مقدمه‌ای بر نظریه‌ی محاسبات ۱۳

۱-۱ مقدمات ریاضی و روش‌های نشانه‌گذاری مجموعه‌ها ۱۴

۱-۲ سه مفهوم پایه ۲۶

۱-۳ برخی کاربردها ۳۸

فصل ۲ آتاماتای متناهی ۴۵

۲-۱ پذیرنده‌های متناهی قطعی ۴۵

۲-۲ پذیرنده‌های متناهی غیرقطعی ۵۵

۲-۳ هم‌ارزی پذیرنده‌های متناهی قطعی و غیرقطعی ۶۱

۲-۴ کاهش تعداد حالت‌ها در آتاماتای متناهی ۶۶

فصل ۳ زبان‌ها و گرامرهای منظم ۷۳

۳-۱ عبارت‌های منظم ۷۳

۳-۲ ارتباط بین عبارت‌های منظم و زبان‌های منظم ۷۸

۳-۳ گرامرهای منظم ۸۸

فصل ٤ ویژگی‌های زبان‌های منظم ۹۵

۴-۱ ویژگی‌های بستاری زبان‌های منظم ۹۵

۴-۳ تشخیص زبان‌های نامنظم ۱۰۷

فصل ۵ زبان‌های مستقل از متن ۱۱۷
۵-۱ گرامرهای مستقل از متن ۱۱۸
۵-۲ پویش و ابهام ۱۲۶
۵-۳ گرامرهای مستقل از متن و زبان‌های برنامه‌نویسی ۱۳۴

فصل ٦ ساده‌سازی گرامرهای مستقل از متن ۱۳۷
۶-۱ روش‌های تبدیل گرامرها ۱۳۷
۶-۲ دو فرم نرمال مهم ۱۴۹
۶-۳ الگوریتم عضویت برای گرامرهای مستقل از متن ۱۵۴

فصل ۷ آتاماتای پشته‌ای ۱۵۷
۷-۱ آتاماتای پشته‌ای غیر قطعی ۱۵۷
۷-۲ آتاماتای پشته‌ای و زبان‌های مستقل از متن ۱۶۴
۷-۳ آتاماتای پشته‌ای قطعی و زبان‌های مستقل از متن قطعی ۱۷۳
۷-۴ گرامرهایی برای زبان‌های مستقل از متن قطعی ۱۷۷

فصل ۸ ویژگی‌های زبان‌های مستقل از متن ۱۸۱
۸-۱ دو لم تزریق ۱۸۱
۸-۲ ویژگی‌های بستاری و الگوریتم تصمیم‌گیری برای زبان‌های مستقل از متن ۱۸۸

فصل ۹ ماشین‌های تورینگ ۱۹۵
۹-۱ ماشین تورینگ استاندارد ۱۹۶
۹-۲ ترکیب ماشین‌های تورینگ برای انجام وظایف پیچیده‌تر ۲۰۹
۹-۳ تزتورینگ ۲۱۳

فصل ۱۰ سایر مدل‌های ماشین‌های تورینگ ۲۱۷
۱۰-۱ تغییرات جزئی در الگوی ماشین‌های تورینگ ۲۱۷
۱۰-۲ ماشین‌های تورینگ با ذخیره گاه پیچیده‌تر ۲۲۴
۱۰-۳ ماشین‌های تورینگ غیرقطعی ۲۲۸
۱۰-۴ یک ماشین تورینگ عمومی ۲۳۱
۱۰-۵ آتاماتای کراندار خطی ۲۳۵

فصل ۱۱ سلسله مراتب زبان‌های صوری و آتاماتا ۲۳۹

۱۱-۱ زبان‌های بازگشتی و بازگشتی فهرست پذیر ۲۳۹

۱۱-۲-گرامرهای نامحدود ۲۴۵

۱۱-۳ گرامرها و زبان‌های حساس به متن ۲۵۰

۱۱-۴ سلسله مراتب چامسکی ۲۵۴

فصل ۱۲ محدودیت‌های محاسبات الگوریتمی ۲۵۷

۱۲-۱ برخی از مسائل که توسط ماشین تورینگ حل نمی‌شوند ۲۵۷

۱۲-۲ مسائل تصمیم‌ناپذیر برای زبان‌های بازگشتی فهرست‌پذیر ۲۶۵

۱۲-۳ مسأله‌ی تناظر پست ۲۶۸

۱۲-۴ مسائل تصمیم‌ناپذیر برای زبان‌های مستقل از متن ۲۷۳

۱۲-۵ پرسشی در باب کارآیی ۲۷۶

فصل ۱۳ دیگر مدل‌های محاسباتی ۲۷۹

۱۳-۱ توابع بازگشتی ۲۸۱

۱۳-۲ سیستم‌های پست ۲۸۷

۱۳-۳ سیستم‌های بازنویسی ۲۹۰

فصل ۱٤ مروری بر پیچیدگی محاسباتی ۲۹۵

۱۴-۱ کارایی محاسبه ۲۹۵

۱۴-۲ مدل‌های ماشین تورینگ و پیچیدگی ۲۹۷

۱۴-۳ خانواده‌ی زبان‌ها و کلاس‌های پیچیدگی ۳۰۰

۱۴-۴ کلاس‌های پیچیدگی P و NP ۳۰۳

۱۴-۵ برخی از مسائل NP ۳۰۴

۱۴-۶ کاهش زمان- چند جمله ای ۳۰۷

۱۴-۷ NP –کامل بودن و یک پرسش باز ۳۰۹

اشاره‌ای به راه حل تمرین‌های انتخاب شده ۳۱۱

منابع ۳۴۸

واژه‌نامه ۳۴۹

مقدمه نویسنده

این کتاب به منظور فراهم آوردن یک واحد درسی مقدماتی در باب آتاماتا، محاسبه‌پذیری و سرفصل‌های مرتبط با آنها طراحی شده است. این سرفصل‌ها قسمت اعظمی از آنچه را که نظریه‌ی محاسبه نامیده می‌شود تشکیل می‌دهند. این عنوان درسی در زمره‌ی دروس استاندارد برنامه‌ی تحصیلی رشته‌ی علوم کامپیوتر به شمار می‌آید. لذا مخاطبین این کتاب متشکل از دانشجویان سالهای دوم و سوم رشته‌های تحصیلی علوم کامپیوتر و مهندسی کامپیوتر می‌باشند.

برای فهم این کتاب لازم است که خوانندگان با یک زبان برنامه‌نویسی سطح بالا (مانند C، C++، یا جاوا) آشنایی داشته باشند. گذراندن درس ریاضیات گسسته متشکل از سرفصلهای نظریه‌ی مجموعه‌ها، رابطه‌ها، منطق و عناصر استدلال‌های ریاضی ضروری است.

اهداف بسیاری را می‌توان برای مطالعه‌ی نظریه‌ی محاسبات بر شمرد. از مهمترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱) این مطالعه دانشجویان را با مبانی و اساس علوم کامپیوتر آشنا می‌سازد.

۲) در اثنای آن مطالبی آموخته می‌شود که در دیگر دروس بکار گرفته می‌شوند.

۳) برای دانشجویان قویتر، توانایی انجام مباحث ضروری و دقیق ریاضی را فراهم می‌آورد.

نحوه‌ی ارائه‌ای که برای این نوشتار انتخاب کرده‌ام در جهت نیل به دو هدف اول می‌باشد. هرچند می‌توان استدلال نمود که در جهت دستیابی به هدف سوم نیز گامهایی برداشته شده است. به منظور آنکه مفاهیم به صورتی روشن ارائه شوند، نوشتار حاضر مفاهیم را با ارائه مثالهای متعدد به صورتی شهودی تبیین نموده است. تعاریف و قضایا را به دقت تبیین نموده‌ام و اشاراتی به چگونگی اثباتها نموده‌ام اما اغلب از روال‌ها و جزئیات آنها صرف نظر کرده ام. باور دارم که این رویه به لحاظ رویکرد آموزشی مطلوب می‌باشد.

بسیاری از برهان‌ها کاربردهای کسالت آوری از استقراء یا برهان خلف می‌باشد و وجه تمایز آنها با توجه به مثال مشخص می‌شوند. ارائه دقیق و با جزئیات کامل این دست برهان‌ها نه تنها لزومی ندارد بلکه در جریان اصلی مباحث خلل وارد می‌کند. لذا برخی برهانها بدون ذکر جزئیات ارائه شده‌اند و برای

کسانی که برهانهای دقیق را طلب می‌کنند کامل به نظر نمی‌رسند. من این نکته را ضعف این کتاب نمی‌دانم. مهارتهای ریاضی اثر تبعی مطالعه‌ی مباحث و استدلال‌های دیگران نیست، بلکه از تفکر در باب اساس مسائل و کشف ایده‌ی مناسب برای عملکردی درست است و انجام آنها به همراه جزئیات حاصل می‌شود.

مهارت آخر باید آموخته شود و من گمان می‌کنم برهانهای این کتاب نقطه‌ی شروع بسیار مناسبی برای چنین تمرینی است. دانشجویان علوم کامپیوتر گاهی نظریه محاسبات را به نوعی مفهومی انتزاعی و غیر ضروری می‌دانند که نتیجه‌ی علمی در بر ندارد. برای این دسته اغلب، مباحثی خوشایند است که در راستای علایق و تواناییهایشان باشد، برای مثال سرسختی و خلاقیت برآمده از مواجهه‌ی با مسائل دشوار. بدین خاطر در طریقه‌ی نگارش کتاب بر حل مسئله تاکید داشته‌ام.

مراد من از حل مسئله آنست که دانشجویان مفاهیم را از طریق مثالهای مسئله گونه بیاموزند که انگیزش نهفته در مفاهیم را نشان می‌دهند، همانگونه که ارتباط آنها را با قضایا و تعارف نشان می‌دهند. در عین حال ممکن است مثالها شامل برخی جنبه‌های غیر بدیهی باشد که دانشویان موظف به بازشناسی آنها باشند. در چنین رویکردی تمرینها نقشی اساسی در فرایند یادگیری بر عهده دارند. تمرینهای پایان هر فصل به منظور روشن ساختن موارد درسی و همچنین ارتقای توانایی حل مسئله‌ی دانشجویان در سطوح مختلف است. برخی از تمارین ساده می‌باشند و برخی دشوارتر، انچنان که برای ذهن‌های نیرومند چالش برانگیز می‌باشند. تمرینهای دشوارتر با علامت ستاره(*) مشخص شده‌اند. استفاده از ترکیبی از این تمرینها ابزار آموزشی کارایی را به دست می‌دهند. دانشجویان موظف به پاسخگویی به تمامی تمرینها نیستند اما باید تمرینهایی را که در جهت نیل به اهداف دنبال شده در مواد درسی و همچنین دیدگاه استاد در رابطه با آنهاست پاسخ گویند.

مواد درسی علوم کامپیوتر از یک موسسه‌ی آموزشی با دیگر موسسه‌ی دیگر تفاوت می‌کند. برخی به جنبه‌های نظری تاکید بیشتری دارند و برخی دیگر به طور کامل رهیافتهای عملی را دنبال می‌کنند. باور دارم که این کتاب به همراه به‌گزینی تمرینها، متناسب با پیش زمینه و علایق دانشجویان، برای دربرگرفتن هر دو رویکرد مناسب می‌نماید. در عین حال دانشجویان را از سطحی از انتزاع که اساتید از آنها طلب می‌کند مطلع سازد.

بطور اخص این نکته در باب تمرینهایی که نیاز به اثبات دارند صادق است. هنگامی که می‌گویم "اثبات کنید" یا "نشان دهید" این را در ذهن دارم که دانشجویان باید فکر کنند که یک اثبات چگونه باید ساخته شود و سپس برای آن روشهایی بدست دهند. میزان صوری بودن این برهانها توسط اساتید تعیین می‌شود و دانشجویان باید در این زمینه راهنمایی شوند.

محتوای این کتاب برای یک واحد درسی در یک ترم تدوین شده است. در طی این مدت بیشتر

محتوای کتاب قابل پوشش است.

به شخصه در کلاس خود نگاهی اجمالی به برهانها دارم و تنها به قدری به انها می‌پردازم که پذیرفتنی بنماید و از دانشجویان می‌خواهم که خود آنها را مطالعه نمایند. گذر کردن از جزئیات مشکلاتی آنچنانی را فراهم نمی‌کند. برخی بخشها که با ستاره (*) مشخص شده‌اند را می‌توان بدون از دست دادن کلیت مطالب حذف کرد. اگر چه اغلب مطالب ضروری بوده و باید پوشش داده شوند.

به ویرایش حاضر موارد جدیدی افزوده شده که در وهله اول در پاسخ به پیشنهادات رسیده از جانب اساتید و دانشجویان بوده است. تلاش دیگری را نیز در جهت ارائه‌ی مطالب دشوار به شیوه‌ای آسانتر صورت داده‌ام. متاسفانه در برخی موارد دشواری در ذات مباحث است، برای مثال کسی نمی‌داند که چگونه لم تزریق را به گونه‌ای قابل فهم برای دانشجویان ارائه کند به شکلی که به آسانی بتوانند از آن استفاده نمایند. از این گذشته تلاش نموده‌ام تا مطالب را تا جای ممکن ساده‌سازی کنم. همچنین گراف انتقال را برای ماشینهای تورینگ و آتاماتای پشته‌ای اضافه کرده‌ام. در حالیکه شاید این نمایش برای مباحث صوری مناسب نباشند اما برای بحثهای غیر صوری مفید واقع می‌شوند.در پایان، به فصل پیچیدگی مطالبی را افزوده‌ام. این کتاب جایگاه مطالعه‌ی عمیق پیچیدگی نسیت و تنها به ارائه‌ی مروری بر مفاهیم عمده‌ی آن بسنده می‌کنیم.

بار دیگر عنوان می‌کنم که وام‌دار و سپاسگذار بسیاری از اساتید و دانشجویان می‌باشم که توضیحات و پیشنهاداتشان ارتقای سطح کیفی این کتاب را باعث گردید.

پیتر لینز

مقدمه مترجم

کتاب حاضر توسط پیتر لینز استاد برجسته‌ی دپارتمان علوم کامپیوتر دانشگاه کالیفورنیا به رشته‌ی تحریر در آمده است. با وجود آنکه این کتاب به طریقی روان و قابل فهم نگارش شده، تلاش کردیم تا با بدست دادن جعل واژگان و وضع اصطلاحات دقیق و همچنین ارائه‌ی برخی توضیحات تکمیلی بر مطالب کتاب (که برخی با کوته‌نوشت ت-م متمایز گشته‌اند) بر سادگی و قابل فهم بودن بیان مطالب آن بیافزاییم و ترجمه‌ی حاضر را از بسیاری نقص‌ها و اشتباهات ترجمه‌های مشابه مبرا داریم.

اکنون که چاپ این کتاب بر اثر توجه، عنایت و صبر اولیای محترم نشر نما ممکن گشته است بر خود واجب می‌دانیم تا از تمامی دوستان عزیزی که ما را در آماده‌سازی این کتاب یاری نموده و کسری‌های مترجمین را به راستی آوردند سپاسگذاری نماییم.

جناب آقای مهندس نخعی وظیفه‌ی سنگین حروف‌چینی و صفحه‌آرایی این کتاب را برعهده داشتند. خانم قاسم‌زاده کار مقابله و نسخه‌پردازی کتاب را با دقت و پشتکار بی‌مانندی به انجام رساندند. دانشجویان عزیزمان، آقایان مهدی اسعدی، یونس الهیاری و خانم‌ها الاهه شاهرخی، مریم غفاری و آیدین ظریف نیز زحمت بازخوانی کتاب را برعهده داشتند. خانم عادله مهرافروز نیز طراحی سایت مرتبط با کتاب را انجام دادند. بی‌شک مسئولیت خطاهای احتمالی ترجمه همچنان بر عهده‌ی مترجمین می‌باشد.

استادان و دانشجویان گرامی می‌توانند اسلایدها و نرم افزار آموزشی مربوط به این کتاب را از وب سایت www.itla.ir دریافت نمایند. امید آن داریم تا خوانندگان محترم اشکالات احتمالی کتاب رااز طریق این وب سایت با مترجمین و دیگر خوانندگان در میان گذارند.

با این همه، مترجمین امیدوارند تا ترجمه حاضر مقبول نظر استادان و دانشجویان محترم قرار گیرد.

بابک سلیمی،مجتبی پورمحقق
بهار ۱۳۸۸
babak_salimi@math.sharif.edu
info@pourmohaghegh.com