

به نام خدا

هوش مصنوعی

و

برنامه نویسی پرو لوگ

مترجم:

مهندس رامین مولاناپور

## فهرست مطالب

۳	مقدمه
۱	فصل ۱ / مقدمه‌ای بر پرولوگ
۲	۱.۱ تعریف روابط توسط واقعیتها
۷	۱.۲ تعریف روابط بوسیله قوانین
۱۳	۱.۳ قوانین بازگشتی
۱۹	۱-۴ چگونه پرولوگ به سؤالات پاسخ می‌دهد
۲۵	فصل ۲ / ساختار دستوری و
۲۵	مفهوم برنامه‌های پرولوگ
۲۶	۲.۱ اشیاء داده
۳۶	۲.۲ تطابق
۴۲	۲.۳ معنای اعلانی برنامه‌های پرولوگ
۴۴	۲.۴ مفهوم روالی
۵۱	۲.۵ مثال: میمون و موز
۵۷	۲.۶ ترتیب عبارات و اهداف
۶۷	فصل ۳ / لیستها، عملگرها، حساب
۶۸	۳.۱ نمایش لیستها
۷۱	۳.۲ برخی عملیات روی لیستها
۸۲	۳.۳ نمادگذاری عملگری
۸۷	۳.۴ حساب
۹۵	فصل ۴ / استفاده از ساختارها:
۹۵	برنامه‌های نمونه
۹۶	۴.۱ بازیابی اطلاعات ساخت یافته از یک پایگاه داده
۱۰۰	۴.۲ انجام تجرد داده‌ها
۱۰۳	۴.۳ شبیه‌سازی آدم ماشینی غیر قطعی
۱۰۸	۴.۴ مسأله هشت وزیر

۱۲۱	فصل ۵ / کنترل ردیابی شاخه‌ای
۱۲۲	۵.۱ جلوگیری از ردیابی شاخه‌ای (backtracking)
۱۲۸	۵.۲ مثالهایی که از برش استفاده می‌کنند
۱۳۳	۵.۳ نفی در هنگام ناکامی
۱۳۷	۵.۴ مشکلات برش و نفی
۱۴۱	فصل ۶ / ورودی و خروجی
۱۴۲	۶.۱ ارتباط فایلها
۱۴۶	۶.۲ پردازش فایلهایی از عبارات
۱۵۲	۶.۳ دستکاری کاراکترها
۱۵۴	۶.۴ ساخت و تجزیه اتمها
۱۵۶	۶.۵ خواندن برنامه‌ها
۱۵۹	فصل ۷ / گزاره‌های تعبیه شده بیشتر
۱۶۰	۷.۱ آزمایش نوع عبارات
۱۶۱	شده باشد
۱۶۹	۷.۲ ساخت و تجزیه عبارات $e = e$ ، $e$ ، $func$ ، $arg$ و $name$
۱۷۴	۷-۳ انواع مختلف تساوی و مقایسه
۱۷۷	۷.۴ دستکاری پایگاه داده
۱۸۲	۷.۵ امکانات کنترل
۱۸۳	۷.۶ $findall$ ، $setof$ ، $bagof$
۱۸۷	فصل ۸ / شیوه و روش برنامه‌نویسی
۱۸۸	۸.۱ اصول کلی برنامه‌نویسی خوب
۱۹۱	۸.۲ چگونه می‌توان در مورد برنامه‌های پرولوگ تفکر کرد؟
۱۹۴	۸.۳ شیوه برنامه‌نویسی
۱۹۸	۸.۴ اشکال زدایی
۲۰۰	۸.۵ بهبود کارایی
۲۱۷	فصل ۹ / اعمال روی ساختمان داده‌ها
۲۱۸	۹.۱ مرتب‌سازی لیستها
۲۲۳	۹.۲ نمایش مجموعه‌ها با درختهای دودویی

۲۲۹ ..... ۹.۳ حذف و اضافه در یک فرهنگ دودویی

۲۳۶ ..... ۹.۴ نمایش درختها

۲۳۸ ..... ۹.۵ گرافها

۲۴۹ ..... فصل ۱۰ / راهبردهای اساسی حل مسأله

۲۵۰ ..... ۱۰.۱ مثالها و مفاهیم اولیه

۲۵۶ ..... ۱۰.۲ جستجوی اول عمق و عمق یابی تکراری

۲۶۳ ..... ۱۰.۳ جستجوی اول عرض

۲۶۹ ..... فصل ۱۱ / جستجوی هیورستیک

۲۶۹ ..... اولین - بهترین

۲۷۰ ..... ۱۱.۱ جستجوی اولین - بهترین

۲۸۲ ..... ۱۱.۲ جستجوی بهترین اولین که برای جدول هشت بکار می رود

۲۸۹ ..... فصل ۱۲ / تجزیه مسأله و گرافهای

۲۸۹ ..... AND/OR

۲۹۰ ..... ۱۲.۱ نمایش گراف AND/OR از مسائل

۲۹۶ ..... ۱۲.۲ مثالهایی از نمایش AND/OR

۳۰۱ ..... ۱۲.۳ رویه‌های اساسی جستجوی AND/OR

۳۰۷ ..... ۱۲.۴ جستجوی AND/OR اولین بهترین

۳۲۳ ..... فصل ۱۳ / ارائه دانش و سیستمهای خبره

۳۲۴ ..... ۱۳.۱ توابع و ساختار یک سیستم خبره

۳۲۶ ..... ۱۳.۲ ارائه دانش با قوانین if - then

۳۳۰ ..... ۱۳.۳ زنجیره پیشرو و پسرو در سیستمهای مبتنی بر قانون

۳۳۸ ..... ۱۳.۴ تولید توضیح

۳۴۰ ..... ۱۳.۵ معرفی عدم قطعیت

۳۴۴ ..... ۱۳.۶ شبکه‌های اعتقادی

۳۵۵ ..... ۱۳.۷ قابها و شبکه‌های معنایی

۳۶۷ ..... فصل ۱۴ / یادگیری ماشین

۳۶۸ ..... ۱۴.۱ مقدمه

- ۳۷۰ ..... مسأله مفاهیم یادگیری از میان مثالها
- ۳۷۶ ..... توضیحات رابطه‌ای یادگیری: یک مثال مفصل
- ۳۸۲ ..... یادگیری قوانین ساده if-then
- ۳۹۳ ..... استنتاج از درختهای تصمیم‌گیری
- ۴۰۱ ..... یادگیری از داده‌های پرسروصدا و هرس درخت
- ۴۰۹ ..... موفقیت یادگیری

### فصل ۱۵ / برنامه‌نویسی استقرای

- ۴۱۳ ..... منطقی (ILP)
- ۴۱۴ ..... ۱۵.۱ مقدمه
- ۴۱۸ ..... ۱۵.۲ ساخت برنامه‌های پرولوگ از طریق مثالها
- ۴۳۳ ..... ۱۵.۳ برنامه HYPRE
- ۴۴۹ ..... یادگیری همزمان دو گزاره  $odd(L)$  و  $even(L)$
- ۴۵۲ ..... یادگیری گزاره  $Path(StartNode, GoalNode, Path)$
- ۴۵۴ ..... یادگیری مرتب‌سازی درجی
- ۴۵۶ ..... یادگیری درباره تاق قوسی

### فصل ۱۶ / پردازش زبان با قواعد گرامری

- ۴۶۲ ..... ۱۶.۱ قواعد گرامری در پرولوگ
- ۴۷۲ ..... ۱۶.۲ مدیریت مفهوم
- ۴۷۹ ..... ۱۶.۳ تعریف مفهوم زبان طبیعی

### فصل ۱۷ / بازی

- ۴۹۴ ..... ۱۷.۱ بازیهای دو نفره با اطلاعات کامل
- ۴۹۷ ..... ۱۷.۲ اصل minimax
- ۵۰۰ ..... ۱۷.۲ الگوریتم alpha-beta: پیاده‌سازی کارآمدی از Minimax
- ۵۰۵ ..... ۱۷.۴ برنامه‌های مبتنی بر minimax: اصلاحات و محدودیت‌ها
- ۵۰۹ ..... ۱۷.۵ دانش الگویی و مکانیزم "توصیه"
- ۵۱۳ ..... ۱۷.۶ برنامه پایانی شطرنج در زبان توصیه‌ای 0

۵۳۳	فصل ۱۸ / ابر برنامه‌نویسی
۵۳۴	۱۸.۱ فوق برنامه‌ها و فوق مفسرها
۵۳۵	۱۸.۲ فوق مفسرهای پرولوگ
۵۴۱	۱۸.۳ تعمیم مبتنی بر توضیح
۵۴۸	۱۸.۴ برنامه‌نویسی شیء‌گرا
۵۵۷	۱۸.۵ برنامه‌نویسی الگوگرا
۵۶۷	۱۸.۶ ثابت‌کننده قضیه ساده به عنوان یک برنامه الگوگرا

## مقدمه

پرولوگ یک زبان برنامه‌نویسی است که بر مجموعه کوچکی از مکانیزمهای اساسی، از قبیل تطبیق الگو، ساختمان داده‌های درختی و ردیابی شاخه‌ای خودکار تمرکز دارد. این مجموعه کوچک، چارچوب کاری برنامه‌نویسی انعطاف‌پذیر و قدرتمندی را به کار می‌گیرد. پرولوگ به طور خاص برای مسائلی مناسب است که شامل اشیاء، به ویژه، اشیاء ساخت یافته، و روابط بین آنها باشند. مثلاً، یک تمرین آسان در پرولوگ بیان روابط فضایی بین اشیاء از قبیل کره آبی زیر کره سبز است، می‌باشد. همچنین بیان قاعده‌ای کلی تر آسان است. اگر شیء  $X$  به ناظر نزدیکتر از شیء  $Y$  باشد، و  $Y$  نزدیکتر از  $Z$ ، آنگاه  $X$  باید از  $Z$  نزدیکتر باشد. پرولوگ می‌تواند دلیل روابط فضایی و استحکام آنها را با توجه به این قاعده کلی بیان کند. ویژگیهایی چون این، بطور کلی پرولوگ را زبانی قدرتمند برای هوش مصنوعی (AI) و برنامه‌نویسی غیر عددی می‌سازد. مثالهای خوبی از محاسبه علامتی وجود دارد که پیاده سازی آنها در زبانهای استاندارد دیگر ده‌ها صفحه کد غیر قابل هضم نیاز دارد. هنگامی که الگوریتم‌های مشابه در پرولوگ پیاده سازی می‌شوند، نتیجه آن برنامه‌ای واضح است که در یک صفحه جا می‌گیرد.

پرولوگ برای برنامه‌نویسی منطقی می‌باشد، ایده‌ای که در اوایل دهه ۱۹۷۰ برای استفاده از منطق به عنوان یک زبان برنامه‌نویسی مطرح شد. اولین برنامه‌نویسان این ایده رابرت کوالوسکی، مارتین وان اورن و آلن کولمراثور بودند. توسعه‌های اخیر این زبان شامل برنامه‌نویسی منطق محدود (LP) است که معمولاً به عنوان بخشی از یک سیستم پرولوگ پیاده‌سازی می‌شود. CLP پرولوگ را به سمت پردازش محدود گسترش داده که در عمل برای اجرای انعطاف‌پذیر استثنایی جهت برنامه‌نویسی از قبیل زمانبندی

برنامه‌ریزی لجستیک اثبات شده است. در سال ۱۹۹۶ استاندارد اداری ISO برای پرولوگ منتشر شد.

بخش یک این کتاب زبان پرولوگ را معرفی می‌کند و نشان می‌دهد که چگونه برنامه‌های پرولوگ را بنویسیم. تکنیک‌هایی برای مدیریت ساختمان داده‌های مهم، از قبیل درختها و گرافها نیز به دلیل اهمیت عمده آنها در این کتاب گنجانده شده‌اند. در بخش ۲، پرولوگ برای شماری از نواحی AI همچون ارائه دانش و سیستم‌های خبره، یادگیری ماشین، پردازش زبان و بازی به کار رفته است. تکنیک‌های AI معرفی شده‌اند و به صورت عملی در پیاده‌سازی با پرولوگ توسعه یافته‌اند، تا برنامه‌هایی کامل حاصل شود. اینها می‌توانند به عنوان بلوکهای سازنده برای برنامه‌های پرکاربرد استفاده شوند. فصل نتیجه‌گیری، ابربرنامه‌نویسی است که نشان می‌دهد چگونه پرولوگ می‌تواند برای پیاده‌سازی زبانهای دیگر و نمونه‌های برنامه‌نویسی، شامل برنامه‌نویسی شیء‌گرا و نوشتن مفسرها برای پرولوگ در پرولوگ استفاده شود. در سراسر کتاب، تأکید بر وضوح برنامه‌هاست و از لم‌های مؤثر که بر ویژگی‌های وابسته به پیاده‌سازی تکیه دارند، دوری شده است.

رامین مولاناپور