

برنامه نویسی در پرولوگ

(بر اساس استاندارد ایزو)

پدیدآورندگان

ویلیام ف. کلوکسین

استاد دانشکده کامپیوتر

دانشگاه اکسفورد انگلستان

کریستوفر اس. ملیش

استاد دانشکده مهندسی

دانشگاه ادینبرگ انگلستان

برگردانندگان

عبدالرضا میرزایی

استادیار دانشکده برق و کامپیوتر

دانشگاه صنعتی اصفهان

الهه راشدی

دانشجوی دکتری

دانشگاه ایالتی وین میشیگان



دانشگاه صنعتی اصفهان
مرکز نشر

گروه فنی و مهندسی ۶۱

شماره کتاب ۱۵۱

برنامه نویسی در پرولوگ (براساس استاندارد ایزو)

پدیدآورندگان	ویلیام ف. کلوسین، کریستوفر اس. ملیش
برگردانندگان	عبدالرضا میرزایی، الهه راشدی
ویراسته علمی	بهرز شاه‌قلی
ویراسته ادبی	محبوبه شمس
موضوع آ	عاطفه ملک‌زاده
طراح جلد	مرضیه خردمند
لیتوگرافی چاپخانه صنعتی اصفهان	چاپخانه دانشگاه صنعتی اصفهان
ناشر	مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان
چاپ اول	زمستان ۱۳۹۵
شمارگان	۵۰۰ جلد
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۸۲۵۷-۱۱-۰
قیمت	۱۹۹۰۰۰ ریال

سرشناسه	کلوسین، ویلیام ف.، ۱۹۵۵ - م. (Clocksin, W. F. (William F.))
عنوان و نام پدیدآور	برنامه نویسی در پرولوگ (براساس استاندارد ایزو) / پدیدآورندگان ویلیام ف. کلوسین، کریستوفر اس. ملیش؛ برگردانندگان عبدالرضا میرزایی، الهه راشدی
مشخصات نشر	اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، مرکز نشر، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	۲۹۷ص: مصور، ج. ۱.
فروست	دانشگاه صنعتی اصفهان، مرکز نشر؛ ۱۵۱. گروه فنی و مهندسی؛ ۶۱.
شابک	978-600-8257-11-0
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	عنوان اصلی: Programming in Prolog : Using the ISO Standard, 2003
یادداشت	: واژه‌نامه.
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	هوش مصنوعی Artificial intelligence
موضوع	علوم کامپیوتر Computer science
شناسه افزوده	ملیش، کریستوفر اس.، ۱۹۵۴ - م.
شناسه افزوده	Mellish, C. S. (Christopher S.)
شناسه افزوده	میرزایی، عبدالرضا، مترجم
شناسه افزوده	راشدی، الهه، مترجم
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی اصفهان، مرکز نشر
رده بندی کنگره	۱۳۹۵: ۴۱۳۳۵/۸
رده بندی دیویی	: ۰۰۶/۳
شماره کتابشناسی ملی	۴۵۹۴۷۲۴

حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان محفوظ است.

اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان - مرکز نشر - کدپستی ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶، تلفن: ۰۱۰-۳۳۹۱۲۵۰۹-۳۳۹۱۲۵۵۲ (۰۳۱) دورنگار: ۳۳۹۱۲۵۵۲ برای خرید اینترنتی کلیه کتاب‌های منتشره مرکز نشر می‌توانید به وبگاه <http://publication.iut.ac.ir> مراجعه و یا مستقیماً از کتابفروشی مرکز نشر واقع در کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان (تلفن ۳۳۹۱۳۹۵۲) خریداری فرمائید.

پیشگفتار نویسندگان اصلی

نگاهی به ویرایش پنجم کتاب

پس از انتشار ویرایش سوم کتاب برنامه‌نویسی در پرولوگ، زبان پرولوگ توسط نهاد بین‌المللی استاندارد سازی (ISO) به صورت استاندارد درآمد. با اینکه برخی از سیستم‌های پرولوگ با استاندارد جدید همخوانی نداشتند، نویسندگان به این نتیجه رسیدند که بهتر است، این کتاب با استاندارد جدید، انطباق پیدا کند. در این ویرایش، مباحث جدید و برخی از نمونه‌ها با بیانی روشن‌تر توضیح داده شد. ویرایش‌های کوچک در ویرایش قبل، تصحیح شده‌اند. همچنین پیوست‌هایی که مربوط به سیستم‌های پرولوگ قدیمی‌تر بوده، حذف شده است.

در نگارش این کتاب، هدف، مورد نظر بوده است. این کتاب قصد ندارد، برنامه‌نویسی را آموزش دهد و هنر برنامه‌نویسی نیز را یاداندن کتاب به دست نمی‌آید و لازم است که این هنر را با تمرین کردن آموخت. امید است، برنامه‌نویسان مبتدی بتوانند با کمک این کتاب و بدون نیاز به پیش‌زمینه ریاضیات، برنامه‌نویسی به زبان پرولوگ را فراگیرند. در این مورد همچنین پیشنهاد می‌شود که از یک برنامه‌نویس مسلط به زبان پرولوگ کمک گرفته شود. فرض بر این است که مبتدیان، به یک رایانه که سیستم پرولوگ روی آن نصب شده است، دسترسی دارند. البته برنامه‌نویسان پیشرفته نیازی به کمک سایر افراد ندارند.

در این کتاب، برنامه‌نویسان مبتدی درمی‌یابند که پرولوگ در مقایسه با زبان‌های مرسوم، قابلیت فهم راحت‌تری دارد، اما در مورد برنامه‌نویسان حرفه‌ای، شرایط کمی متفاوت است. این برنامه‌نویسان از یک طرف به محدودیت‌هایی که توسط زبان‌های مرسوم روی استفاده از منابع رایانه وضع می‌شود، علاقه‌ای ندارند و در مقابل، کار کردن با مفاهیم متغیرها و کنترل جریان برنامه در زبان‌های مرسوم، برای آنها راحت‌تر می‌باشد. به همین دلیل ممکن است، برای سازگار شدن با روش کار پرولوگ، دچار مشکل شوند و به سختی بتوانند پرولوگ را به عنوان یک زبان برنامه‌نویسی موفق، در نظر بگیرند. البته باید گفت که هدف این کتاب، تنها آموزش است.

خواندن کتاب برنامه‌نویسی به زبان پرولوگ به همراه دو کتاب زیر توصیه می‌شود:

Clause and Effect, by W. F. Clocksin.

Springer-Verlang, 1997. ISBN 3-540-62971-8.

Prolog: The standards, by P. Deransart, A. Ed-Dbali, and L. Cervoni.

Springer-Verlang, 1996. ISBN 3-540-59304-7.

پرولوگ، مانند بسیاری از زبان‌های برنامه‌نویسی، پیاده‌سازی‌های متفاوتی دارد که هر کدام از آنها دارای قواعد صرف و نحو متفاوتی هستند. در این کتاب از استانداردهای ارایه‌شده توسط ISO بهره گرفته شده است. نسخه‌های قبلی این کتاب بر مبنای استاندارد بودن بودند که به نام Edinburgh شهرت یافته بود. البته این استاندارد، اثر اصلی را روی طراحی استاندارد ISO داشته است. در جدول زیر، تغییرهای اساسی که در روش استفاده از قواعد نحوی، اتم‌ها و گزاره‌های پیش‌ساخته در نسخه استاندارد به وجود آمده است را می‌بینید. قسمت عمده تغییرها میان Edinburgh و ISO، به صورت تغییر در زیبایی و خوانایی دستورها بوده و در نسخه ISO سعی شده است که دستورهای ورودی و خروجی به صورت هماهنگ با دستورهای دیگر در زبان پرولوگ، گنجانده شوند.

نسخه Edinburgh	نسخه ISO
"..." (string) notation	استفاده نمی‌شود (رابطه معانی مختلفی است).
ASCII codes for characters	به جای حروف از اتم استفاده می‌شود.
get, get0, put	get_char, put_char
see, seeing, seen	open, set_input, current_input
tell, telling, told	open, set_output, current_output
user	user_input, user_output
integer	number (floating point numbers are handled)
reconsult	consult (though not in the Standard)
not	!+
tab, skip	استفاده نمی‌شود.
display	write_canonical
assert	asserta, assertz
/ arithmetic operator	/ and // operators
name	atom_chars, number_chars
	@<, @=<, ...
	:=, =

این کتاب طوری طراحی شده است که لازم است، خواندن آن به صورت پیوسته انجام گیرد. البته بهتر است، برنامه‌نویس، پس از آموختن چند برنامه پرولوگ، فصل‌ها را مطالعه کند و تمرین‌های برنامه‌نویسی این قسمت را به منظور یادگیری بیشتر، انجام دهد. در مورد سایر بخش‌ها بهتر است که فصول کتاب به صورت ترتیبی و پشت سر هم خوانده شوند.

هر فصل به چند قسمت تقسیم شده است و پیشنهاد می‌شود که برنامه‌نویسان، تمرین‌های مربوط به هر فصل را که در انتهای آن آمده است، مطالعه کنند. جواب برخی تمرین‌ها در انتهای کتاب، پیوست شده است. فصل اول، مقدمه‌ای است که تلاش دارد، اصول برنامه‌نویسی پرولوگ را معرفی کند. فصل دوم، توضیح‌های مفصل‌تری را در مورد مطالب بیان‌شده در فصل اول ارایه می‌کند. فصل سوم، درباره ساختارهای داده‌ای است و تعدادی نمونه نیز در این فصل

گنجانده شده است. در فصل چهارم، اصول عقب‌گرد و تجزیهات آن بیان شده است و علایم برش به منظور کنترل عقب‌گرد معرفی می‌شوند. فصل پنجم، امکانات مربوط به ورودی و خروجی را بیان می‌کند. فصل ششم، به توضیح گزاره‌های پیش‌ساخته می‌پردازد و فصل هفتم نیز مجموعه‌ای از نمونه‌ها و جواب آنها را شامل می‌شود. در فصل هشتم، روش‌هایی برای عیب‌یابی برنامه‌های پرولوگ معرفی می‌شوند. در فصل نهم نیز قوانین گرامری در پرولوگ بیان می‌شود و تصمیم‌های طراحی به کمک قوانین گرامری، مورد امتحان و ارزیابی قرار می‌گیرند. در فصل دهم، ارتباط پرولوگ با تئوری محاسبات و برنامه‌نویسی منطقی، مورد بررسی قرار می‌گیرد و در انتها نیز در فصل یازدهم، تعدادی طرح به منظور تمرین بیشتر برای برنامه‌نویسان ارائه می‌شود.

در ۲۰ سال گذشته، نسخه‌های پیشین این کتاب مورد استفاده قرار گرفته‌اند و افراد زیادی در تصحیح این کتاب، همواره ما را یاری کرده‌اند. از خوانندگان این کتاب، دانشجویان، استادان، همکاران، دوستان و شنایانی که در نگارش این کتاب سهیم بوده‌اند، قدردانی می‌شود. البته مسئولیت ایرادهای کنونی وجود ندارد. بر عهده نویسندگان اصلی باقی می‌ماند.

ویلیام کلاکسین

کریس ملیش

آکسفورد و ادینبرگ

ژوئن ۲۰۰۳

پیشگفتار برگردانندگان

کتاب حاضر، ترجمه ویرایش پنجم کتاب "برنامه‌نویسی به زبان پرولوگ" نوشته پروفیسور کلاکسین است. نسخه اولیه این کتاب در سال ۱۹۸۱ میلادی به‌عنوان نخستین کتاب در زمینه پرولوگ تألیف شده است. نسخه پنجم آن نیز در سال ۲۰۰۳ میلادی به‌عنوان نخستین کتاب پرولوگ مطابق با استاندارد ISO بازنویسی شده و تاکنون نیز به‌عنوان برترین مرجع زبان پرولوگ استاندارد، مورد استفاده قرار گرفته است.

کتاب برنامه‌نویسی به زبان پرولوگ، در یازده فصل تنظیم شده است و دربرگیرنده مباحث گسترده‌ای در زبان پرولوگ است. در این کتاب، پرولوگ به‌عنوان یک زبان توصیفی معرفی می‌گردد که به‌عنوان نخستین قدم برای برنامه‌نویسی منطقی شناخته می‌شود و به منظور پیاده‌سازی بهینه برنامه‌های هوشمند، به کار می‌رود. در این کتاب، نخست اصول اولیه برنامه‌نویسی به زبان پرولوگ معرفی می‌شوند. سپس مباحث پیشرفته‌تر شامل ساختارهای داده‌ای، اصول عقب‌گرد و روش اعمال ورودی و خروجی به تفصیل مورد بحث قرار می‌گیرد. در ادامه، مجموعه گسترده‌ای از نمونه‌های برنامه‌نویسی به همراه جواب آنها به برنامه‌نویسان ارائه می‌شود و همچنین برخی روش‌های معمول برای عیب‌یابی برنامه‌های پرولوگ معرفی خواهد شد. در انتها نیز تعدادی طرح به‌عنوان نمونه به منظور تمرین بیشتر ارائه می‌شود. چیدمان فصل‌های مختلف این کتاب به شکلی است که برنامه‌نویسان با مطالعه پیوسته فصل‌های کتاب قادر هستند فراگیری این زبان را از مراحل مقدماتی تا سطوح پیشرفته، دنبال کنند.

گفتنی است که افراد زیادی در تصحیح این کتاب، نویسندگان را یاری کرده‌اند. در این مجال از دانشجویان، استادان، همکاران، دوستان و آشنایانی که در نگارش این کتاب سهیم بوده‌اند، صمیمانه قدردانی می‌شود.

عبدالرضا میرزایی

الله راشدی

زمستان ۱۳۹۵

فهرست مطالب

۱-۱	مقدمات زبان رولوگ	۱
۱-۱	۱-۱ پرواز	۱
۲-۱	۲-۱ اشیا و روابط بین آنها	۲
۳-۱	۳-۱ برنامه نویسی	۳
۴-۱	۴-۱ درستی ها	۴
۵-۱	۵-۱ سؤال ها	۷
۶-۱	۶-۱ متغیرها	۹
۷-۱	۷-۱ ترکیب	۱۱
۸-۱	۸-۱ قوانین	۱۷
۹-۱	۹-۱ خلاصه و تمرین ها	۲۴
۲-۱	۲-۱ نگاهی دقیق تر	۲۷
۱-۲	۱-۲ قواعد گرامری	۲۷
۱-۱-۲	۱-۱-۲ ثابت ها	۲۷
۲-۱-۲	۲-۱-۲ متغیرها	۲۸
۳-۱-۲	۳-۱-۲ ساختارها	۲۹
۲-۲	۲-۲ حرف ها	۳۱
۳-۲	۳-۲ عملگرها	۳۲
۴-۲	۴-۲ تساوی و تطابق	۳۳
۵-۲	۵-۲ محاسبه	۳۵
۶-۲	۶-۲ مروری بر ارضای اهداف	۳۸
۱-۶-۲	۱-۶-۲ ارضای موفقیت آمیز ترکیبی از اهداف	۳۹

- ۴۲..... ۲-۶-۲ در نظر گرفتن اهداف در عقب‌گرد.
- ۴۵..... ۳-۶-۲ تطابق.
- ۴۷..... ۳: استفاده از ساختمان‌های داده.
- ۴۷..... ۱-۳ ساختمان‌ها و درخت‌ها.
- ۴۹..... ۲-۳ لیست‌ها.
- ۵۳..... ۳-۳ جستجوی بازگشتی.
- ۵۷..... ۴-۳ نگاشت.
- ۶۰..... ۵-۳ تباریه بازگشتی.
- ۶۳..... ۱۶-۳ سال ساختمان‌ها به یکدیگر.
- ۶۶..... ۶-۳ ثابت‌ها.
- ۷۰..... ۸-۳ ساختمان‌های کوناگون.
- ۷۳..... ۴: عقب‌گرد و برش.
- ۷۴..... ۱-۴ تولید راه‌حل‌های پندگانه.
- ۷۹..... ۲-۴ عمل cut.
- ۸۳..... ۳-۴ کاربردهای رایج cut.
- ۸۴..... ۱-۳-۴ چگونگی انتخاب قوانین.
- ۸۸..... ۲-۳-۴ ترکیب cut-fail.
- ۹۰..... ۳-۳-۴ بررسی روند تولید و آزمون در پرولون.
- ۹۵..... ۴-۴ مشکل‌های cut.
- ۹۷..... ۵: ورودی و خروجی.
- ۹۸..... ۱-۵ خواندن و نوشتن عبارت‌ها.
- ۹۹..... ۱-۱-۵ خواندن عبارت.
- ۹۹..... ۲-۱-۵ نوشتن عبارت.
- ۱۰۳..... ۲-۵ خواندن و نوشتن حروف.
- ۱۰۳..... ۱-۲-۵ خواندن حروف.
- ۱۰۴..... ۲-۲-۵ نوشتن حروف.
- ۱۰۶..... ۳-۵ خواندن جمله‌های انگلیسی.
- ۱۰۸..... ۴-۵ خواندن و نوشتن در فایل.

- ۱-۴-۵ باز کردن و بستن جریان‌ها ۱۰۹
- ۲-۴-۵ تغییر جریان ورودی و خروجی ۱۱۱
- ۳-۴-۵ درخواست اطلاعات از فایل ۱۱۲
- ۵-۵ روش شناساندن عملگرها ۱۱۳

۶: گزاره‌های پیش ساخته ۱۱۷

- ۱-۶ وارد کردن شرط‌های جدید ۱۱۷
- ۲-۶ موفقیت و شکست ۱۱۹
- ۳-۶ طبقه بندی ترم‌ها ۱۲۰
- ۴-۶ روش رفتار با شرط‌ها به عنوان ترم ۱۲۱
- ۵-۶ ایجاد و دسترسی به مایکر ساختمان ۱۲۵
- ۶-۶ تغییر دادن مسیر مفصل ۱۲۹
- ۷-۶ ایجاد اهداف ترکیبی ۱۳۱
- ۸-۶ تساوی ۱۳۴
- ۹-۶ ورودی و خروجی ۱۳۵
- ۱۰-۶ مدیریت فایل ۱۳۶
- ۱۱-۶ ارزیابی عبارت‌های ریاضی ۱۳۷
- ۱۲-۶ مقایسه ترم‌ها ۱۳۸
- ۱۳-۶ نظارت بر عملکرد پروتوگ ۱۴۱

۷: نمونه‌های برنامه‌نویسی ۱۴۳

- ۱-۷ روش درخت مرتب فرهنگ لغت ۱۴۳
- ۲-۷ جستجو در ماریچ ۱۴۶
- ۳-۷ برج هانوی ۱۴۹
- ۴-۷ لیست دارایی قطعه‌ها ۱۵۰
- ۵-۷ پردازش لیست ۱۵۲
- ۶-۷ نمایش و مدیریت مجموعه‌ها ۱۵۶
- ۷-۷ مرتب‌سازی ۱۵۸
- ۸-۷ استفاده از پایگاه داده ۱۶۱
- random ۱-۸-۷ ۱۶۲

۱۶۲	Gensym ۲-۸-۷
۱۶۴	Findall ۳-۸-۷
۱۶۶	۹-۷ جستجوی گراف
۱۷۱	۱۰-۷ روش غربال دوتایی و سه‌تایی
۱۷۳	۱۱-۷ مشتق‌گیری
۱۷۵	۱۲-۷ نگاشت ساختمان‌ها و درخت‌های تبدیل
۱۷۸	۱۳-۷ مدیریت برنامه‌ها

۸: خطایابی برنامه‌های پرولوگ

۱۸۳	۱-۸ سازماندهی برنامه‌ها
۱۸۶	۲-۸ خطاهای میانی
۱۸۹	۳-۸ روش‌های ردیابی برنامه
۱۹۶	۴-۸ ردیابی و نقاط براسوی
۱۹۹	۱-۴-۸ بررسی اجماع
۲۰۰	۲-۴-۸ بررسی اجداد یک هدف
۲۰۱	۳-۴-۸ تغییر مقدار پیش‌رو در ردیابی
۲۰۲	۴-۴-۸ تغییر ارضای اهداف
۲۰۴	۵-۴-۸ امکانات دیگر
۲۰۴	۶-۴-۸ خلاصه
۲۰۵	۵-۸ تصحیح خطا

۹: قوانین گرامری در پرولوگ

۲۰۹	۱-۹ مسائل تجزیه
۲۱۲	۲-۹ نمایش مسائل تجزیه در پرولوگ
۲۱۷	۳-۹ علایم قانون گرامری
۲۲۰	۴-۹ افزودن شناسه‌های اضافی
۲۲۴	۵-۹ افزودن تست‌های اضافه
۲۲۶	۶-۹ خلاصه
۲۲۸	۷-۹ ترجمه زبان به منطق
۲۳۰	۸-۹ کاربرد عمومی‌تر قوانین گرامری

۲۳۳	۱۰: ارتباط پرولوگ با منطق
۲۳۳	۱-۱۰ مقدمه‌ای بر حساب گزاره‌ای
۲۳۶	۲-۱۰ فرم شرطی
۲۴۳	۳-۱۰ یک نماد برای شرطها
۲۴۴	۴-۱۰ تجزیه و اثبات قضیه‌ها
۲۴۸	۵-۱۰ شرطهای اساسی
۲۵۰	۶-۱۰ پرولوگ
۲۵۲	۷-۱۰ پرولوگ و برنامه‌نویسی منطقی
۲۵۷	۱۱: طرح‌هایی در پرولوگ
۲۵۷	۱-۱۱ طرح‌های ساد
۲۵۹	۲-۱۱ طرح‌های شرفته
۲۶۳	پیوست الف
۲۶۷	پیوست ب
۲۷۳	پیوست ج
۲۸۳	پیوست د
۲۸۷	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
۲۹۳	واژه‌یاب