



اصول طراحی و پیاده‌سازی زبان‌های برنامه‌سازی

جواد اسماعیلی

عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده مهندسی و علوم کامپیوتر

سعید شکرالهی

عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

پژوهشکده فضای مجازی

وزارت معارف و اوقاف و صنایع مستظرفه



اصول طراحی و پیاده‌سازی زبان‌های برنامه‌سازی

تألیف: مرحوم جواد اسماعیلی، سعید شکرالهی

ویراسته هاشم بنام‌پور
نسخه پرداز: نادیا فرهادتوسکی
طراح جلد: حسین راست‌منش
حروفچینی و صفحه‌آرایی: گروه تولید فنی
مرکز نشر دانشگاهی
چاپ اول ۱۳۹۷
تعداد ۵۰۰
چاپ و صحافی: کاری‌نو
۴۰۰۰۰ تومان

نشانی فروشگاه مرکزی: خیابان انقلاب، روبه‌روی سینما سپیده، پامال خرد. تلفن: ۶۶۴۰۸۸۹۱، ۶۶۴۱۰۶۸۶

فروش اینترنتی: www.bookiup.ir

حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاهی محفوظ است
فهرست‌نویسی پیش از انتشار کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران



171591644510001111

سرشناسه: اسماعیلی، جواد، ۱۳۳۳- Esmaili, javad
عنوان و نام پدیدآور: اصول طراحی و پیاده‌سازی زبان‌های برنامه‌سازی / جواد اسماعیلی، سعید شکرالهی؛ ویراسته هاشم بنام‌پور.
مشخصات نشر: تهران: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری: هشت، ۱۸۲ ص: مصور، جدول.
فروست: مرکز نشر دانشگاهی: ۱۵۳۴. ریاضی، آمار، کامپیوتر: ۱۸۲.
شابک: 978-964-01-1534-3
وضعیت فهرست‌نویسی: فیا
یادداشت: نمایه.
موضوع: زبان‌های برنامه‌نویسی کامپیوتر
موضوع: Programming languages (Electronic computers)
شناسه افزوده: شکرالهی، سعید، ۱۳۵۸-
شناسه افزوده: Shokrolahi, Saeid
رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۷ الف ۵ QA ۷۶/۷
رده‌بندی دیویی: ۰۰۵/۱۳
شماره کتابشناسی ملی: ۵۵۴۵۸۰۰

وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی



اصول طراحی و پیاده‌سازی زبان‌های برنامه‌سازی

تألیف: رحوم جواد اسماعیلی، سعید شکرالهی

ویراسته هاشم بنام‌پور
نسخه پرداز: نادیا فرهادتوسکی
طراح جلد: حسین راست‌منش
حروفچینی و صفحه‌آرایی: گروه تولید فنی
مرکز نشر دانشگاهی
چاپ اول ۱۳۹۷
تعداد ۵۰۰
چاپ و صحافی: کاری‌نو
۲۰۰۰۰ تومان

نشانی فروشگاه مرکزی: خیابان انقلاب، روبه‌روی سینما سپیده، پاساژ خرد - تلفن: ۶۶۴۱۰۶۸۶، ۶۶۴۰۸۸۹۱

فروش اینترنتی: www.bookiup.ir

حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاهی محفوظ است
فهرست‌نویسی پیش از انتشار کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران



171591644510001111

سرشناسه: اسماعیلی، جواد، ۱۳۳۳- Esmaili, javad

عنوان و نام پدیدآور: اصول طراحی و پیاده‌سازی زبان‌های برنامه‌سازی / جواد اسماعیلی، سعید شکرالهی؛ ویراسته هاشم بنام‌پور.
مشخصات نشر: تهران: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری: هشت، ۱۸۴ ص: مصور، جدول.
فروست: مرکز نشر دانشگاهی؛ ۱۵۳۴. ریاضی، آمار، کامپیوتر؛ ۱۸۲.
شابک: 978-964-01-1534-3
وضعیت فهرست‌نویسی: فیا
یادداشت: نمایه.

موضوع: زبان‌های برنامه‌نویسی کامپیوتر
موضوع: Programming languages (Electronic computers)

شناسه افزوده: شکرالهی، سعید، ۱۳۵۸-

شناسه افزوده: Shokrolahi, Saeid

رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۷ الف ۵ الف ۷۶/۷ QA

رده‌بندی دیویی: ۰۰۵/۱۳

شماره کتابشناسی ملی: ۵۵۴۵۸۰۰

بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست

صفحه	عنوان
نه	پیشگفتار
۱	۱ تغییر و تحول زبان‌های برنامه‌سازی
۱	مقدمه
۲	۱.۱ عوامل مهم و مؤثر در تغییر و تحول زبان‌های برنامه‌سازی
۲	۱.۱.۱ سخت‌افزارها و معماری کامپیوترها
۳	۲.۱.۱ سیستم‌های عامل
۳	۳.۱.۱ کاربردها و نیازها
۷	۴.۱.۱ روش‌های برنامه‌سازی
۹	۵.۱.۱ روش‌های پیاده‌سازی زبان‌ها
۱۱	۶.۱.۱ مطالعات نظری در زمینه زبان‌ها و پردازشگرها
۱۳	۷.۱.۱ استانداردسازی زبان‌ها
۱۳	۲.۱ استانداردسازی زبان‌ها
۱۳	۱.۲.۱ منابع اعلام استاندارد زبان
۱۴	۲.۲.۱ مفاهیم مرتبط با استانداردسازی زبان
۱۶	۳.۲.۱ مطالعه موردی در استانداردسازی زبان‌ها
۱۷	۳.۱ رخدادهای واقعی در پیدایش، تغییر و تحول زبان‌ها

۱۸	۱.۳.۱ مطالعه تطبیقی تغییر و تحول زبان‌ها
۲۲	۲.۳.۱ زبان‌های پرکاربرد اخیر در گزارش IEEE
۲۴	۲ زبان‌های تابعی با رویکردی متفاوت با زبان‌های دستوری
۲۴	مقدمه
۲۵	۱.۲ زبان تابعی میرندا
۲۵	۱.۱.۲ اعلان توابع
۲۸	۲.۱.۲ اعلان نوع
۳۰	۳.۱.۲ اعلان‌های داده
۳۲	۲.۲ به‌سازی زبان‌های تابعی
۳۴	۳.۲ نمونه‌های دیگر از زبان‌های تابعی
۳۶	۳ مؤلفه‌های یک زبان برنامه‌سازی مطلوب و کارآمد
۳۶	مقدمه
۳۷	۱.۳ یکپارچگی مفهوم
۳۷	۲.۳ تعامل
۳۷	۳.۳ فقدان ابهام
۳۸	۴.۳ میزان سازگاری زبان با کاربردهای محلی هدف
۳۸	۵.۳ به‌کارگیری مفهوم انتزاع
۳۹	۶.۳ سادگی در کنترل صحت عملکرد برنامه
۳۹	۷.۳ محیط تولید برنامه
۴۰	۸.۳ قابلیت حمل
۴۰	۹.۳ هزینه استفاده از زبان
۴۰	۱.۹.۳ هزینه تولید برنامه
۴۱	۲.۹.۳ هزینه کامپایل برنامه
۴۲	۳.۹.۳ هزینه اجرای برنامه
۴۳	۴.۹.۳ هزینه تعمیر و نگهداری
۴۳	۱۰.۳ قابلیت اعتماد
۴۵	۴ نقش محیط‌های هدف در طراحی و پیاده‌سازی زبان‌ها
۴۵	مقدمه

۴۵	۱.۴ پردازش دسته‌ای
۴۶	۲.۴ تعامل حضوری با کاربر
۴۶	۳.۴ محیط هدف برای سیستم‌های جاسازی شده
۴۷	۴.۴ محیط یکپارچه تولید و توسعه برنامه
۴۷	۱.۴.۴ کامپایل کردن مستقل بخشی از برنامه
۴۸	۲.۴.۴ امکانات تست و عیب‌یابی
۵۳	۵ مدل‌های محاسباتی پشتیبان زبان‌های برنامه‌سازی
۵۳	مقدمه
۵۳	۱.۵ توصیف تئوریک ویژگی‌های زبان با مدل محاسباتی
۵۶	۱.۱.۵ مدل محاسباتی زبان‌های دستوری
۵۹	۲.۱.۵ مدل محاسباتی زبان‌های مبتنی بر اعمال
۶۴	۳.۱.۵ مدل محاسباتی زبان‌های مبتنی بر قاعده
۶۷	۴.۱.۵ مدل محاسباتی تلفیقی
۶۸	۶ جایگاه کامپیوترهای متنوع در طراحی پیاده‌سازی زبان‌ها
۶۸	مقدمه
۶۸	۱.۶ نقش تنوع کامپیوترها در پیاده‌سازی زبان‌ها
۶۹	۱.۱.۶ کامپیوترهای سخت‌افزاری
۶۹	۲.۱.۶ کامپیوترهای سخت‌افزاری
۶۹	۳.۱.۶ کامپیوترهای شبیه‌سازی شده نرم‌افزاری
۷۱	۴.۱.۶ کامپیوترهای ترکیبی
۷۱	۲.۶ لایه‌های سلسله‌مراتبی تولید و اجرای یک برنامه
۷۷	۳.۶ مقایسه روش کامپایل با روش تفسیر
۷۷	۱.۳.۶ مؤلفه هزینه تولید کد برنامه
۷۸	۲.۳.۶ مؤلفه هزینه اجرای برنامه
۷۹	۳.۳.۶ زمان کشف خطاهای برنامه
۷۹	۴.۳.۶ میزان انعطاف‌پذیری در اجرای برنامه
۸۱	۷ معیاری جامع برای تحلیل و مقایسه زبان‌ها
۸۱	مقدمه

۱.۷ مفهوم پیوند

۸۲

۱.۱.۷ ایجاد پیوند در مراحل مختلف

۸۳

۲.۱.۷ انواع پیوند

۸۵

۳.۱.۷ مقایسه جایگاه و ارزش نسبی پیوندها

۸۷

۸ مفهوم انتزاع و نوع داده بنیادی

۹۰

مقدمه

۹۰

۱. ۸ ویژگی‌های نظری و کاربردی انتزاع

۹۱

۲. ۸ مفهوم انتزاع از سه دیدگاه

۹۱

۳. ۸ توصیف نوع داده بنیادی

۹۱

۱.۳. ۸ ویژگی‌های انتزاعی و مقادیر نوع داده بنیادی

۹۲

۲.۳. ۸ توصیف عملیات مجاز بر روی اشیاء داده بنیادی

۹۲

۴. ۸ اعلان نوع داده بنیادی

۹۲

۱.۴. ۸ اعلان صریح

۹۳

۲.۴. ۸ اعلان ضمنی

۹۳

۳.۴. ۸ اعلان نوع داده همراه مقدار اولیه یا ثابت

۹۳

۴.۴. ۸ اهداف اعلان نوع داده

۹۴

۵. ۸ پیاده‌سازی داده بنیادی

۹۴

۱.۵. ۸ نمایش داده بنیادی در حافظه

۹۴

۲.۵. ۸ پیاده‌سازی عملیات مجاز بر روی اشیاء داده بنیادی

۹۵

۶. ۸ کنترل صحت پیوندها

۹۵

۱.۶. ۸ حل و فصل ناسازگاری پیوندها

۹۹

۷. ۸ پیاده‌سازی جمله انتساب و تبدیل نوع داده

۱۰۰

۱.۷. ۸ پیاده‌سازی جمله انتساب به روش مستقیم

۱۰۰

۲.۷. ۸ پیاده‌سازی جمله انتساب با استفاده از اشاره‌گر

۱۰۱

۹ نوع داده ساخت یافته

۱۰۳

مقدمه

۱۰۳

۱.۹ توصیف نوع داده ساخت یافته

۱۰۳

صفحه	عنوان
۱۰۳	۱.۱.۹ تعداد عناصر
۱۰۴	۲.۱.۹ حداکثر تعداد عناصر
۱۰۴	۳.۱.۹ نوع هریک از عناصر
۱۰۴	۴.۱.۹ سازماندهی عناصر
۱۰۵	۵.۱.۹ توصیف عملیات مجاز بر روی نوع داده ساخت یافته
۱۰۶	۲.۹ اعلان نوع داده ساخت یافته
۱۰۸	۳.۹ پیاده سازی نوع داده ساخت یافته
۱۰۸	۱.۳.۹ پیاده سازی نوع داده ساخت یافته با عناصر همگن
۱۱۲	۲.۳.۹ پیاده سازی نوع داده ساخت یافته با عناصر ناهمگن
۱۱۳	۳.۳.۹ تولید داده ها ساخت یافته با استفاده از اشاره گر ها
۱۱۴	۴.۳.۹ مدیریت - افظه - خطر استفاده از اشاره گر ها
۱۱۸	۴.۹ کنترل صحت پیوندها
۱۱۹	۱۰ طراحی و پیاده سازی زیر برنامه به عنوان انتزاع عملیاتی
۱۱۹	مقدمه
۱۱۹	۱.۱۰ توصیف زیر برنامه ها
۱۲۱	۱.۱.۱۰ خطر وجود عوارض جانبی
۱۲۴	۲.۱۰ اعلان زیر برنامه ها
۱۲۵	۳.۱۰ پیاده سازی زیر برنامه ها
۱۲۶	۱.۳.۱۰ پیاده سازی فراخوانی زیر برنامه به صورت ساده
۱۲۸	۲.۳.۱۰ پیاده سازی فراخوانی زیر برنامه به صورت بازگشتی
۱۲۸	۴.۱۰ کنترل صحت پیوندها
۱۳۱	۱۱ کنترل ترتیب اجرا و کنترل دسترسی
۱۳۱	مقدمه
۱۳۱	۱.۱۱ کنترل ترتیب اجرا در عبارت های محاسباتی
۱۳۲	۱.۱.۱۱ مشکلات مربوط به ارزیابی عبارت های محاسباتی
۱۳۴	۲.۱۱ کنترل ترتیب اجرا بین جملات اجرایی
۱۳۶	۱.۲.۱۱ پیاده سازی دستور انتخاب

۱۳۸	۳.۱۱ کنترل ترتیب اجرا بین زیربرنامه‌ها
۱۴۲	۱.۳.۱۱ حل و فصل استثناها در مسیر اجرای زیربرنامه
۱۴۶	۴.۱۱ سازوکارهای دسترسی به شناسه‌ها و داده‌ها
۱۴۷	۱.۴.۱۱ کنترل دسترسی در حوزه‌های شناسایی
۱۴۷	۲.۴.۱۱ کنترل دسترسی در کلاس‌ها
۱۴۹	۳.۴.۱۱ داده‌های مشترک و کنترل دسترسی به آنها

مراجع و منابع

واژه‌نامه

پیشگفتار

سپاس به درگاه پروردگار کتا که به این حقیر توفیق داد که این کتاب را تألیف و بخشی از وظیفه علمی خود را ایفا کنم. درخور توجه است، که پیشگفتار همواره چراغ و نقشه هر کتاب است اما به علت آنکه معمولاً پیشگفتارها طولانی و ساختار منطقی ندارند، اغلب از خواندن آنها صرف نظر می کنند. به تعبیری، درست نیست مثل توریستی باشیم که بدون استفاده از نقشه، می خواهیم در شهری جدید، جاهای موردعلاقه اش را ببینند. لذا تصمیم گرفتم که پیشگفتار این کتاب ساختاری منطقی داشته باشد که خواننده محترم بتواند به راحتی با موضوعهای موردعلاقه خود آشنا شود و نگارنده نیز در بیان مطالب لازم و مورد نظر دچار محدودیت زیاد نشود.

هدف تألیف

سالها تدریس درس طراحی و پیاده سازی زبانهای برنامه سازی، پژوهشهای مرتبط با زبانها، طراحی و پیاده سازی یک زبان تابعی بر روی کامپیوترهای تک پردازنده، موازی در خارج از کشور، تجربه های حاصل از تحلیل، طراحی و پیاده سازی سیستمهای نرم افزاری در سطوح مختلف باعث شد که نظرم به موضوعی مهم جلب شود. ضرورت آگاهی و توجه به نکات مهم تخصصی و کاربردی زبانها برای تولید سیستمهای نرم افزاری کارآمد و قابل اعتماد، موضوع مهمی است که مرا به تألیف این کتاب ترغیب کرد.

ضرورت تألیف کتاب درسی برای درس طراحی و پیاده سازی زبانها در دانشگاههای کشور عزیزمان که متناسب با نیازهای جامعه علمی و مهندسی باشد یکی

دیگر از هدف‌های اصلی تدوین این کتاب بوده است. در حد بضاعت کوشیده‌ام که محتوای کتاب را با مطالب علمی جدید و مرتبط هماهنگ کنم و از واژه‌های لاتین به گونه‌ای استفاده کرده‌ام که خواننده کتاب بتواند از منابع لاتین نهایت استفاده را بکند.

مخاطبان کتاب

امیدوارم که استادان محترم و صاحب‌نظران، نگارنده را از آرای اصلاحی‌شان بهره‌مند سازند. دانشجویان دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی در رشته کامپیوتر، اعم از نرم‌افزار و سخت‌افزار، از جمله مخاطبان اصلی این کتاب‌اند. در ضمن درباره جایگاه مدرس در دانشگاه، باید بگویم که ایده تفکیک کامل عنوان مدرس از محقق را نمی‌پسندم. مدرس محقق هم هست. مدرس باید مرزهای دانش را بشناسد و ناظر به نیازش مطالب را گلچین کند که این کار خود پژوهشی ارزشمند است. هر پژوهش جایگاه و ارزش خاص خود را دارد. مثلاً پژوهشگران می‌توانند مطالب تهیه‌شده برای کلاس درسی را روزآمد و کارآمد کنند درحالی‌که نتیجه پژوهشی دیگر ممکن است مرزهای دانش بشری را تغییر دهد یا فرضیات بنیادی علمی را متحول یا منسوخ کند. هر یک از اینها در حد خود با ارزش‌اند.

پوشش موضوعی کتاب

در این کتاب کوشیده‌ایم که به موضوع‌های مطرح در طراحی و پیاده‌سازی زبان‌ها و وابستگی متقابل طراحی و پیاده‌سازی زبان‌ها به‌نسب نرم‌افزار تا حد ممکن بپردازیم. با این پوشش موضوعی، خواننده کتاب می‌تواند حدی نکات مهم در زبان‌ها را که در میزان کارایی و قابلیت اعتماد نرم‌افزارها مؤثرند بشناسد، از جنبه مثبت آنها بهره‌مند شود و از خطرات ناشی از آنها بپرهیزد.

سه روش برنامه‌سازی متوالی، همروند و موازی موجب پیدایش زبان‌های متعددی شده است. نظر به وسعت بحث در سه زمینه پیش‌گفته، در فصل‌های پایانی این کتاب بر روش برنامه‌سازی متوالی تمرکز شده است.

ویژگی بسیار مهم شفافیت رجوعی در زبان‌ها موضوعی است که در جای جای این کتاب بدان توجه کرده‌ایم. نقش این ویژگی در رویکردهای جدید برای ارتقای کیفی زبان‌ها در مرزهای دانش ذی‌ربط چشمگیر است.

محتوای این کتاب مبتنی بر نظریه زبان‌های برنامه‌سازی است و به زبان خاصی وابسته نیست، لذا برحسب مورد، از قطعه کدهای مناسب از زبان‌های متنوع استفاده کرده‌ایم. دست‌کم آشنایی خواننده با یکی از زبان‌های برنامه‌سازی درک مطالب کتاب را تسریع و تسهیل می‌کند. در این کتاب صرفاً به نمونه‌هایی از نکات درخور توجه نحو زبان‌ها می‌پردازیم.

جایگاه زبان برنامه‌سازی در مهندسی نرم‌افزار

زبان برنامه‌سازی در مهندسی نرم‌افزار و چرخه حل مسئله جایگاه بالایی دارد و قدرت و ضعف سیستم نرم‌افزاری تولیدشده بدان وابسته است. زبان برنامه‌سازی ابزاری است که طراح و پیادساز زبان برای کد کردن الگوریتم‌ها و تولید برنامه‌ها ایجاد می‌کند. هرچه کارایی، شفافیت و بادگمی این ابزار بیشتر باشد برنامه‌ساز می‌تواند راحت‌تر و کم‌هزینه‌تر سیستمی بسازد و تولید کند. در گذشته‌های دور برای تولید برنامه‌ها از زبان‌های برنامه‌نویسی مانند اسمبلی استفاده می‌شد. با مطرح شدن مفاهیم مهندسی نرم‌افزار و روش‌های تولید سیستم‌های نرم‌افزاری لازم بود که زبان‌های برنامه‌نویسی دارای امکانات و مؤلفه‌هایی شوند که پاسخگوی ظریفات جدید باشند. این گونه زبان‌ها را به اصطلاح زبان‌های برنامه‌سازی می‌نامیم.

معرفی فصل‌ها

برای هریک از فصول توضیحات مختصری به شرح زیر ارائه شده است.

فصل اول: تغییر و تحول زبان‌های برنامه‌سازی

این فصل از سه بخش عمده تشکیل شده است. در بخش اول، بخشی از عوامل اصلی و مؤثر در تغییر، تحول و پیدایش زبان‌های برنامه‌سازی، تحت عنوان مهندسی نرم‌افزار و معماری کامپیوترها، سیستم‌عامل‌ها، کاربردها و نیازها، روش‌های برنامه‌سازی، روش‌های پیاده‌سازی، مطالعات نظری مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. در بخش دوم، ضمن تشریح موضوعات کلی مربوط به استانداردسازی زبان‌ها، نقش مؤثر استاندارد کردن زبان‌ها در افزایش قابلیت اعتماد و قابلیت حمل برنامه‌ها و ارتباط آن با چگونگی پیاده‌سازی زبان، با استفاده از یک مثال کاربردی نشان داده شده است. در بخش سوم، رخدادهای واقعی مربوط به طراحی و پیاده‌سازی زبان‌ها و موضوعات

ذی‌ربط آن در بازه‌های مختلف زمانی نقد و بررسی شده است. هدف اصلی این بخش این است که خواننده با ملاحظه و اندیشه در رخدادهای واقعی در بازه‌های مختلف زمانی، درک درستی از رخدادهای پیداکند تا بتواند زبان برنامه‌سازی مناسبی برای تولید نرم‌افزار موردنظرش انتخاب نماید. ژرف‌اندیشی و جامع‌نگری کافی در رخدادهای مذکور به پژوهشگر زبان‌ها امکان خواهد داد که اصلاحات مفیدی برای زبان‌های موجود پیشنهاد کند یا زبان جدید و کارساز دیگری ابداع نماید.

فصل دوم: زبان‌های تابعی با رویکردی متفاوت با زبان‌های دستوری در این فصل به برخی از موارد مفید در زبان‌های برنامه‌سازی تابعی اشاره می‌شود. این موارد در قالب زبان تابعی میرندا ارائه می‌شود. همچنین اشاره‌ای به زبان‌های تابعی هایل و ایم‌ال نیز شده است.

فصل سوم: مؤلفه‌های یک زبان برنامه‌سازی مطلوب و کارآمد مؤلفه‌های تخصصی و تکنیکی زبان‌های برنامه‌سازی در این فصل تشریح شده است. این مطالب می‌تواند راهنما را به نکات تکنیکی و علمی زبان‌ها متوجه سازد و مانع از این شود که تبلیغات گسترده و احياناً اغراق‌آمیز، با اهداف غیرعلمی، باعث به‌کارگیری زبان نامناسبی شود.

فصل چهارم: نقش محیط‌های هدف در طراحی و پیاده‌سازی زبان‌ها در این فصل پس از معرفی محیط هدف، چند نمونه محیط ارائه شده و تأثیر ویژگی‌های محیط‌های هدف در طراحی و پیاده‌سازی زبان‌ها تشریح و بررسی شده است.

فصل پنجم: مدل‌های محاسباتی پشتیبان زبان‌های برنامه‌سازی در این فصل چند مدل محاسباتی پشتیبان زبان‌های برنامه‌سازی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

فصل ششم: جایگاه کامپیوترهای متنوع در طراحی و پیاده‌سازی زبان‌ها طراحان و پیاده‌سازان زبان‌ها برای ارائه زبان‌های جدید می‌توانند فراتر از معماری‌های موجود فعالیت نمایند. موضوع ارتقای کمی و کیفی زبان‌ها با استفاده بهینه از ویژگی‌های کامپیوترهای موجود در این فصل مورد بررسی قرار گرفته است.

فصل هفتم: معیار نسبتاً جامع برای تحلیل و مقایسه زبان‌ها در این فصل مفهوم پیوند توضیح داده شده است. ویژگی‌های یک زبان برنامه‌سازی را