



معماری کامپیوتر پیشرفته

گردآوری و تألیف:
دکتر محمود فتحی و
مهندس رضا سعیدی‌نیا

ناشر:
کانون نشر علوم



دفتر نشر علوم

www.nashreeloom.com

بیشتر در نشر آثار برگزیده علوم کاربردی کامپیوتر و الکترونیک

سرشناسه: فتخی، محمود، ۱۳۳۸.

عنوان و نام بدیدار: معماری کامپیوتر پیشرفته / مؤلفان: محمود فتخی، رضا سعیدی‌نیا.

مشخصات نشر: تهران: کانون نشر علوم، ۱۳۹۳.

مشخصات ظاهری: ۵۸۰ ص: مصور (بخش رنگی)، جدول، نمودار (بخش رنگی).

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۳۲۷-۱۱۳-۸

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا

یادداشت: کتابخانه: ص ۵۷۵

موضوع: کامپیوترها-ساختار

موضوع: کامپیوترها-ساختار-مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)

شماره افزوده: سیدی‌نیا، رضا، ۱۳۵۷.

رده‌بندی کنگره: QA ۷۶/۹۷:۱۶ ۱۳۹۳

رده‌بندی دیویی: ۰۰۴/۲۲

شماره کتابت‌ناسی ملی: ۳۴۶۶۵۹۷

نام کتاب: معماری کامپیوتر پیشرفته

ناشر: کانون نشر علوم

مؤلفان: دکتر محمود فتخی و مهندس رضا سعیدی‌نیا

ویراستار ادبی: سید علی منوری

منقح‌بندی: فاطمه آدیگوزل‌پور اردبیلی

طرح جلد: زهرا سلطان‌آبادی

چاپ اول: پاییز ۱۳۹۳

تیراژ: ۱۰۰۰

چاپ و صحافی: عطا، کیمیا

قیمت: ۲۸۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۳۲۷-۱۱۳-۸

دفتر مرکزی پخش: خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان وحید نظری شرقی، پلاک ۶۵، واحد ۱

تلفن: ۶۶۹۶۱۵۶۸-۶۶۴۹۴۹۱۱



www.nashreeloom.com

www.nashreeloom.com

پیشگام در نشر آثار برگزیده علوم کاربردی کامپیوتر و الکترونیک

سخن ناشر

به نام خداوند بخشنده و مهربان

گستره دانش بشری در برابر علم بی پایان و نامتناهی حضرت حق (جلّ جلاله) بسیار ناچیز است؛ همچنان که کریمه «و ما عطا نکردیم به شما علم را جز اندکی» شاهدی است بر ضعف معرفت انسانی نسبت به حکمت صمدانی. با این حال چه نیکو سفارش فرموده است خاتم انبیاء، حضرت محمد مصطفی (ص)، که «بجوید علم را اگر چه به سرزمین چین». این توصیه، تمامی پیروان راستین دین حنیف اسلام را به فراگیری و اکتساب علوم و فنون مختلف در همه زمان‌ها و همه مکان‌ها فرا می‌خواند.

تلاش کانون نشر علوم، همواره معطوف به تولید آثار شایسته و بایسته در زمینه فنی و مهندسی بوده است؛ اگرچه که در این راه مشکلات و دشواری‌های فراوانی حادث شده و خواهد شد. این امر تا حدّی بسیار، تابعی از ماهیت رشته‌های فنی و مهندسی و معارف مربوط به آنهاست؛ چرا که این رشته‌ها به سرعت و بی‌وقفه در حال نو به نو شدن می‌باشند. این امر رسالت کانون نشر علوم را در نشر آثار مربوطه، اعم از تألیف یا ترجمه، خطیرتر کرده و می‌کند. در این ارتباط دغدغه اصلی کانون نشر علوم این بوده و هست که اولاً، از قافله علوم فنی و مهندسی عقب نماند؛ و ثانیاً، آثاری را به زیور طبع بیاراید که ضمن داشتن وجاهت علمی، در خور شأن مخاطبین اندیشمند و فاضل نیز باشد. امید است که خداوند متعال در این مهم مساعدت فرماید.

پایان سخن اینکه، کانون نشر علوم دست یاری و همت تمامی مؤلفین و مترجمین علاقه‌مند در زمینه علوم فنی و مهندسی را به گرمی می‌فشارد و تمامی ایشان را خاضعان و خاشعانه به همکاری فرا می‌خواند. همچنین این مجموعه از تمامی مخاطبین استدعا دارد که با نظرات صائب و راهگشای خود، در بهبود شکلی و محتوایی آثار منتشر شده مساعدت فرمایند؛ و صد البته که تمامی کاستی‌ها از این رهگذر تنها و تنها متوجه این مجموعه بوده و هست.

سید محمدحسین منوری

کانون نشر علوم



فهرست مطالب

۱۱	پیشگفتار
۱۳	بخش اول: تئوری موازات
۱۵	فصل اول: مدل‌های کامپیوترهای موازی
۱۵	۱-۱- وضعیت محاسبات
۱۶	۱-۱-۱- تاریخچه توسعه کامپیوتر
۲۱	۱-۱-۲- اجرای کامپیوترهای مدرن
۲۳	۱-۱-۳- سیر تکامل معماری کامپیوتر
۴۳	۲-۱- چندکامپیوترها و چندپردازنده‌ها
۴۳	۱-۲-۱- چندپردازنده‌های حافظه مشترک
۴۸	۲-۲-۱- چندکامپیوترهای حافظه توزیع شده
۴۹	۳-۲-۱- یک طبقه‌بندی از کامپیوترهای MIMD
۴۹	۳-۱- چندپردازی و کامپیوترهای SIMD
۵۰	۱-۲-۲- سوپرکامپیوترهای برداری
۵۲	۲-۲-۲- سوپرکامپیوترهای SIMD
۵۳	۴-۱- مدل پیچیدگی VLSI
۵۶	۱-۴-۱- ماشین‌های دسترسی تصادفی موازی
۵۷	۵-۱- مقیاس‌پذیری کارایی ترانزستور و سیم‌ها
۵۷	۱-۵-۱- اهداف توان مصرفی و انرژی در مدارات مجتمع
۵۸	۲-۵-۱- انرژی و توان داخل یک ریزپردازنده
۶۰	۳-۵-۱- هزینه
۶۱	۴-۵-۱- قابلیت اطمینان
۶۴	تمرینات فصل اول
۶۷	فصل دوم: خواص برنامه و شبکه
۶۷	۱-۲- شرایط موازات
۶۷	۱-۱-۲- وابستگی‌های داده و متغیر
۷۲	۲-۱-۲- موازات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری
۷۶	۳-۱-۲- نقش کامپایلرها
۷۶	۲-۲- زمانبندی و بخش‌بندی برنامه
۷۶	۱-۲-۲- اندازه داده‌ها و تأخیر
۷۹	۲-۲-۲- داده‌بندی و زمانبندی
۸۲	۳-۲-۲- زمانبندی ایستای چندپردازنده
۸۶	۳-۲- مکانیزم‌های جریان برنامه
۸۶	۱-۳-۲- جریان داده در مقایسه با جریان کنترل
۸۹	۲-۳-۲- مکانیزم‌های راه‌اندازی-تقاضا
۹۰	۳-۳-۲- مقایسه مکانیزم‌های جریان
۹۱	۴-۲- معماری‌های ارتباط داخلی سیستم
۹۲	۱-۴-۲- خواص شبکه و مسیریابی



۹۵	۲-۴-۲- شبکه‌های اتصالی ایستا
۱۰۴	۲-۴-۳- مسیریابی در شبکه‌های اتصالی ایستا
۱۰۵	۲-۴-۴- شبکه‌های اتصالی پویا
۱۱۳	۲-۴-۵- مسیریابی در شبکه‌های پویا
۱۲۰	تمرینات فصل دوم
۱۲۹	فصل سوم: اصول کارایی مقیاس پذیر
۱۲۹	۳-۱- اندازه‌گیری واحدهای کارایی
۱۲۹	۳-۱-۱- مشخصه موازات در برنامه‌ها
۱۳۲	۳-۱-۲- میانگین هارمونیک کارایی
۱۳۵	۳-۱-۳- باردهی، بهره‌وری و کیفیت
۱۳۸	۳-۱-۴- واحدهای کارایی استاندارد
۱۳۹	۳-۲- کاربردهای پردازش موازی
۱۳۹	۳-۲-۱- موازات انبوه برای چالش‌های بزرگ
۱۴۰	۳-۲-۲- مدل‌های کاربردی کامپیوترهای موازی
۱۴۲	۳-۲-۳- مقیاس‌پذیری الگوریتم‌های موازی
۱۴۵	۳-۳- قوانین افزایش سرعت کارایی
۱۴۵	۳-۳-۱- قانون امدال برای بار کاری ثابت
۱۴۸	۳-۳-۲- قانون هموستازیس برای مسائل مقیاس‌پذیر
۱۵۰	۳-۳-۳- مدل افزایش سرعت محدود شده به حافظه
۱۵۴	۳-۴- تجزیه تحلیل مقیاس‌پذیری و روش‌ها
۱۵۴	۳-۴-۱- اهداف و واحدهای مقیاس‌پذیری
۱۵۸	۳-۴-۲- سیر تکاملی کامپیوترهای مقیاس‌پذیر
۱۶۰	تمرینات فصل سوم
۱۶۵	بخش دوم: تکنولوژی‌های سخت‌افزار
۱۶۷	فصل چهارم: پردازنده‌ها و سلسله مراتب حافظه
۱۶۷	۴-۱- تکنولوژی‌های پردازنده‌ها
۱۶۷	۴-۱-۱- فضای طراحی پردازنده‌ها
۱۷۰	۴-۱-۲- معماری‌های مجموعه دستورالعمل
۱۷۴	۴-۲- پردازنده‌های سوپراسکالر و برداری
۱۷۴	۴-۲-۱- پردازنده‌های سوپراسکالر
۱۷۶	۴-۲-۲- معماری VLIW
۱۷۷	۴-۲-۳- پردازنده‌های برداری سمبلیک
۱۸۱	۴-۲-۴- مقدمه‌ای بر پردازنده‌های چند هسته‌ای
۱۸۳	۴-۲-۵- انواع همبندی‌های سیستم‌های چندپردازنده‌ای
۱۸۴	۴-۲-۶- الگوریتم‌های مسیریابی در سیستم‌های چندپردازنده‌ای بر تراشه
۱۸۸	۴-۳- تکنولوژی سلسله‌مراتب حافظه
۱۸۸	۴-۳-۱- تکنولوژی حافظه سلسله‌مراتبی
۱۹۲	۴-۳-۲- شمول، همبستگی، و محلیت
۱۹۵	۴-۳-۳- طراحی ظرفیت حافظه



۱۹۸	۴-۴- تکنولوژی حافظه مجازی
۱۹۸	۴-۴-۱- مدل‌های حافظه مجازی
۲۰۰	۴-۴-۲- TLB، صفحه‌بندی و قطعه‌بندی
۲۰۵	۴-۴-۳- سیاست‌های جایگزینی حافظه
۲۰۹	تمرینات فصل چهارم

۲۱۳	فصل پنجم: گذرگاه، حافظه نهان و حافظه مشترک
۲۱۳	۵-۱- سیستم‌های گذرگاه صفحه‌بندی
۲۱۳	۵-۱-۱- توصیف گذرگاه صفحه‌بندی
۲۱۶	۵-۱-۲- قراردادهای آدرس‌دهی و زمان‌بندی
۲۱۸	۵-۱-۳- دآوری، تراکشی و وقفه
۲۲۲	۵-۱-۴- استانداردهای IEEE Futurebus+
۲۲۴	۵-۲- سازمان حافظه نهان
۲۲۴	۵-۲-۱- مدل‌های آدرس‌دهی حافظه نهان
۲۲۷	۵-۲-۲- حافظه‌های نهان انجمنی و نگاشت مستقیم
۲۳۰	۵-۲-۳- حافظه‌های نهان انجمنی-مجموعه‌ای و حافظه‌های نهان سکوری
۲۳۴	۵-۲-۴- مسائل کارایی حافظه نهان
۲۳۶	۵-۲-۵- انواع فقدان‌ها در حافظه نهان و روش‌های بهینه‌سازی حافظه نهان
۲۵۵	۵-۳- سازمان‌های حافظه مشترک
۲۵۵	۵-۳-۱- سازمان حافظه برگی شده
۲۵۷	۵-۳-۲- پهنای باند و تحمل‌پذیری خطا
۲۶۰	۵-۳-۳- شماتیک‌های تخصیص حافظه
۲۶۴	۵-۴- مدل‌های ترکیبی و سازگاری ضعیف
۲۶۵	۵-۴-۱- اتمی بودن و ترتیب رخدادها
۲۶۷	۵-۴-۲- مدل سازگاری ترتیبی
۲۶۹	۵-۴-۳- مدل‌های سازگاری ضعیف
۲۷۲	تمرینات فصل پنجم

۲۷۹	فصل ششم: خط لوله و تکنیک‌های سوپراسکالر
۲۷۹	۶-۱- پردازنده‌های خط لوله خطی
۲۷۹	۶-۱-۱- مدل‌های ستکرون و استکرون
۲۸۱	۶-۱-۲- ساعت و کنترل زمانی
۲۸۱	۶-۱-۳- افزایش سرعت، بازدهی و توان عملیاتی
۲۸۳	۶-۲- پردازنده‌های خط‌لوله غیر خطی
۲۸۴	۶-۲-۱- آنالیز تأخیر و رزرواسیون
۲۸۶	۶-۲-۲- زمان‌بندی بدون تصادم
۲۸۹	۶-۲-۳- بهینه‌سازی زمان‌بندی خط‌لوله
۲۹۲	۶-۳- طراحی خط‌لوله دستورالعمل
۲۹۴	۶-۳-۱- فازهای اجرای دستورالعمل
۲۹۵	۶-۳-۲- مکانیزم‌هایی برای خط‌لوله دستورالعمل
۲۹۹	۶-۳-۳- زمان‌بندی دستورالعمل ایستا و پویا



۳۹۹	۱-۳-۳-۶- زمانبندی ایستا
۳۰۵	۲-۳-۳-۶- زمانبندی پویا
۳۲۴	۴-۳-۶- روش‌های رانندازی یرش
۳۲۸	۴-۶- طراحی خطلوله ریاضی
۳۲۸	۱-۴-۶- مفاهیم ریاضی کامپیوتر
۳۳۰	۲-۴-۶- خطلوله‌های ریاضی ایستا
۳۳۶	۳-۴-۶- خطلوله‌های ریاضی چندعملکردی
۳۳۸	۵-۶- طراحی سوپراسکالر و سوپرپایپ لاین
۳۳۹	۱-۵-۶- طراحی خطلوله سوپراسکالر
۳۴۴	۲-۵-۶- طراحی سوپرپایپ لاین
۳۴۷	۳-۵-۶- فونیکشن و حد میانه طراحی
۳۴۹	۴-۵-۶- بهره‌برداری از ILP با استفاده از زمانبندی پویا، چند انتشار و تعمق
۳۵۳	تمرینات فصل ششم
۳۵۹	بخش سوم: معماری‌های موازی مقیاس‌پذیر
۳۶۱	فصل هفتم: چند پردازنده و چند کامپیوتر و قراردادهای همبستگی حافظه نهان
۳۶۱	۱-۷- اتصالات داخلی سیستم‌های چندپردازنده
۳۶۲	۱-۱-۷- سیستم‌های گذرگاه سلسله‌مراتبی
۳۶۶	۲-۱-۷- سوئیچ کراسبار و حافظه چندپورت
۳۷۳	۲-۷- مکانیزم‌های همزمانی و همبستگی حافظه نهان
۳۷۳	۱-۲-۷- مسأله همبستگی حافظه نهان
۳۷۵	۲-۲-۷- قراردادهای جاسوسی گذرگاه
۳۸۲	۴-۲-۷- قراردادهای بر اساس دایرکتوری
۳۸۹	۴-۲-۷- مکانیزم‌های همزمانی سخت‌افزاری
۳۸۹	۳-۷- مکانیزم‌های انتقال پیام
۳۸۹	۱-۳-۷- شماتیک‌های مسیریابی پیام
۳۹۳	تمرینات فصل هفتم
۳۹۷	فصل هشتم: موازات سطح داده در معماری‌های برداری، SIMD و GPU
۳۹۷	۱-۸- مقدمه
۳۹۹	۲-۸- معماری برداری
۴۱۵	۳-۸- توسعه مجموعه دستورالعمل SIMD برای چندرسانه‌ای
۴۱۹	برنامه‌نویسی معماری‌های SIMD چندرسانه‌ای
۴۱۹	۴-۸- واحدهای پردازش گرافیکی (GPU)
۴۳۹	۵-۸- تشخیص و توسعه موازات سطح-حلقه
۴۴۶	۶-۸- مطالب مرتبط
۴۴۷	۷-۸- کنار هم قراردادن همه: موبایل در مقایسه با GPUهای سرور و Tesla در مقایسه با Core i7
۴۵۱	تمرینات فصل هشتم



فصل نهم: موازات سطح - نخ ۴۵۵

۴۵۵	۱-۹- مقدمه
۴۶۱	۲-۹- معماری‌های حافظه-مشترک متمرکز
۴۶۲	۳-۹- کارایی چندپردازنده‌های حافظه-مشترک متقارن
۴۷۳	۴-۹- حافظه-مشترک توزیع شده و همبستگی بر اساس دایرکتوری
۴۷۵	۵-۹- اصول همزمانی
۴۸۰	۶-۹- مدل‌های سازگاری حافظه - مقدمه
۴۸۳	۷-۹- مطالب میانبر
۴۸۶	۸-۹- پردازنده‌های چندهسته و کارایی‌شان
۴۹۱	تمرینات فصل نهم

فصل دهم: کامپیوترهای در مقیاس ورهاوس برای بهره‌برداری از موازات سطح - درخواست و سطح - داده ۴۹۳

۴۹۳	۱-۱۰- مقدمه
۴۹۸	۲-۱۰- مدل‌های برنامه‌نویسی و بارکاری‌ها برای کامپیوترهای مقیاس-ورهاوس
۵۰۰	۳-۱۰- معماری کامپیوتر کامپیوترهای مقیاس ورهاوس
۵۰۵	۴-۱۰- زیرساختار فیزیکی و هزینه کامپیوترهای مقیاس ورهاوس
۵۱۳	۵-۱۰- محاسبات کلود؛ بازگشت محاسبات سراسری
۵۱۸	۶-۱۰- مطالب مرتبط
۵۲۰	۷-۱۰- کنار هم قرار دادن همه یاهم: کامپیوتر مقیاس-ورهاوس کوکل
۵۲۸	تمرینات فصل دهم

فصل یازدهم: مقدمه‌ای بر محاسبات گرید ۵۳۲

۵۳۲	۱-۱۱- مقدمه
۵۳۵	۲-۱۱- مفاهیم کلیدی سیستم‌های توزیع شده
۵۳۷	۱-۲-۱۱- مقایسه تحلیلی میان DS.NOS.DOS
۵۴۱	۳-۱۱- مروری بر تکنولوژی‌های قبل از محاسبات گرید و تاریخچه محاسبات گرید
۵۴۲	۱-۳-۱۱- محاسبات گرید
۵۴۳	۲-۳-۱۱- ارائه تعریف برای تکنولوژی محاسبات گرید
۵۴۳	۱-۳-۳-۱۱- تعریف IBM از محاسبات گرید
۵۴۴	۲-۳-۳-۱۱- تعریف Globus Alliance از گرید
۵۴۴	۳-۳-۳-۱۱- دیدگاه صنعتی از تعریف گرید
۵۴۴	۴-۱۱- بررسی انواع مختلف سرویس‌های قابل ارائه در شبکه‌های گرید
۵۴۵	۵-۱۱- اهداف و مزایای محاسبات گرید
۵۴۷	۶-۱۱- انواع گرید
۵۴۷	۱-۶-۱۱- انواع تقسیم‌بندی‌های گرید
۵۴۸	۲-۶-۱۱- گریدهای رومیزی
۵۵۲	۷-۱۱- معماری و اجزای گرید
۵۵۲	۱-۷-۱۱- مؤلفه‌های اصلی گرید
۵۵۲	۲-۷-۱۱- شرح معماری لایه‌ای گرید و مؤلفه‌های آن



۵۵۴	۸-۱۱- مدیریت منابع و زمانبندی در گرید
۵۵۵	۱-۸-۱۱- مدل‌های مختلف زمانبندی
۵۵۵	۱-۸-۱۱- مدل زمانبندی متمرکز
۵۵۶	۲-۱-۸-۱۱- مدل زمانبندی توزیع شده
۵۵۸	۳-۱-۸-۱۱- مدل زمانبندی سلسله‌مراتبی
۵۵۹	۲-۸-۱۱- مراحل مختلف فرایند زمانبندی
۵۵۹	۹-۱۱- معرفی برخی پروژه‌ها و سیستم‌های مهم گرید
۵۶۰	۱-۹-۱۱- معرفی پروژه‌ها و سیستم‌های مطرح گرید در دنیا
۵۶۲	۲-۹-۱۱- بررسی خلاصه برخی پروژه‌های مهم گرید
۵۶۷	۱-۲-۹-۱۱- Globus
۵۶۸	۲-۲-۹-۱۱- Legion
۵۷۰	۳-۲-۹-۱۱- GridSim
۵۷۱	۴-۲-۹-۱۱- Gridbus
۵۷۱	۵-۲-۹-۱۱- UNICORE
۵۷۲	۶-۲-۹-۱۱- NetSolve
۵۷۲	۷-۲-۹-۱۱- Nimf
۵۷۳	۸-۲-۹-۱۱- GridPort
۵۷۳	۹-۲-۹-۱۱- WebFlow

۵۷۵ فهرست راهنما

۵۷۹ منابع و مراجع

پیشگفتار

پردازش موازی به عنوان یک دانش توانا در کامپیوترهای مدرن پدیدار شده است که تقاضای زیادی برای کارایی بیشتر، قیمت کمتر و ساخت نسبتاً راحت در کاربردهای واقعی دارد. هدف از طراحی کامپیوترهای پیشرفته افزایش قدرت محاسباتی و پردازش سریع اطلاعات است. پیچیدگی برنامه‌های امروزی به صورت نمایی در حال گسترش است و هر روزه با وجود کامپیوترهای قوی نیاز به قدرت محاسباتی بالاتر برای اجرای برنامه‌های پیچیده بیشتر و بیشتر می‌شود. عوامل دیگر در طراحی کامپیوترهای جدید توان مصرفی کم و استفاده بهینه از منابع نیز مهم است. در این کتاب که بصورت گردآوری و تألیف بوده و از چندین کتاب و مرجع مختلف استفاده شده است سعی شده است مطالب مورد نیاز مرتبط با معماری کامپیوتر پیشرفته طبق سیلابس ارائه شده وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری در اختیار علاقه‌مندان به این درس قرار داده شود.

در فصل اول کتاب مدل‌های کامپیوترهای موازی و تاریخچه موازات ارائه شده است. در این فصل کامپیوترها بر اساس پارامترهای مختلف دسته‌بندی می‌شوند و یک دید کلی راجع به موازات و سنجش کارایی سیستم‌ها با معرفی برنامه‌های محک ارائه می‌شود. همچنین چالش‌های پیش روی موازات و سیستم‌های چندپردازنده و چند کامپیوتری، از لحاظ میزان موازات و هزینه سیستم‌ها و توان مصرفی آنها، بررسی می‌شوند.

در فصل دوم ابتدا شرایط موازات را در برنامه‌ها با معرفی انواع وابستگی در برنامه‌ها مطرح می‌کنیم و سپس به روش‌های دانه‌بندی برای بهره‌برداری از موازات می‌پردازیم. در ادامه این بخش انواع شبکه‌های ارتباطی را مطرح می‌کنیم. بحث را ابتدا با شبکه‌های ارتباطی ایستامثل آرایه، حلقه، من، کروس، فوق مکعب و غیره شروع می‌کنیم و انواع مختلف شبکه‌ها را بر اساس پارامترهای گوناگون از قبیل قطر شبکه، پهنای دو بخشی مقایسه می‌کنیم و چند الگوریتم مسیریابی در شبکه‌های ارتباطی ایستا را ارائه می‌دهیم. در انتهای فصل شبکه‌های اتصالی کراسبار و پویا مثل انواع شبکه‌های چند سطح را بررسی می‌کنیم و شبکه‌های بلوکه شدنی و بلوکه نشدنی را با هم مقایسه کرده و الگوریتم‌هایی برای مسیریابی در شبکه‌های اتصالی پویا ارائه می‌دهیم.

در فصل سوم به اصول کارایی مقیاس پذیر می‌پردازیم. در این فصل با تکیه بر موازات و استفاده از چند پردازنده کارایی سیستم‌ها را مورد سنجش قرار داده و قوانین امدال، گوستافسون و غیره را برای مدل‌های مختلف ارائه می‌کنیم. در انتها تعاریف مقیاس‌پذیری را مطرح می‌کنیم.

در فصل چهارم راجع به پردازنده‌ها و سلسله‌مراتب حافظه توضیح می‌دهیم. ابتدا پردازنده‌های CISC, RISC, سوپر پایپ لاین، سوپر اسکالر و VLIW را مطرح کرده و خط لوله‌های استفاده شده در آنها را توضیح می‌دهیم و سپس پردازنده‌های چند هسته‌ای را توضیح می‌دهیم. در انتهای فصل سلسله‌مراتب حافظه را مطرح کرده و سیاست‌های تعویض جایگزینی بلوک در حافظه را بررسی می‌کنیم.

در فصل پنجم راجع به گذرگاه، حافظه نهان، و حافظه مشترک بحث می‌کنیم. ابتدا انواع گذرگاه‌ها و منطق داوری بین آنها را بررسی می‌کنیم؛ سپس انواع حافظه نهان شامل نگاشت مستقیم، نگاشت انجمنی کامل، و انجمنی مجموعه‌ای را ارائه کرده و ده روش بهبود کارایی حافظه نهان را بررسی می‌کنیم. در انتهای فصل راجع به حافظه اصلی و برگ‌گی کردن حافظه و تحمل‌پذیری خطا صحبت می‌کنیم.

در فصل ششم روش‌های خطلوله‌ای و تکنیک‌های سوپراسکالر را بررسی می‌کنیم. ابتدا خطلوله‌های خطی و سپس غیرخطی را ارائه می‌کنیم و روش زمانبندی خطلوله‌های خطی، جداول رزرواسیون و بردار تصادم ارائه می‌شوند. با بررسی کارایی خطلوله و توقف‌های اتفاق افتاده در خطلوله‌ها و روش‌های زمانبندی ایستا شامل بازکردن حلقه، تغییر ترتیب در زمان کامپایل و سپس روش‌های زمانبندی پویا شامل الگوریتم توماسولو، Scoreboard، تعمق و تفکر سخت‌افزاری و پیش‌بینی پرش ارائه می‌شوند. در انتها خطلوله‌های عملیات ریاضی و سپس کارایی سیستم‌های سوپراسکالر، سوپرایپ لاین، سوپراسکالر سوپرایپ لاین شده ارائه می‌شوند.

در فصل هفتم چندپردازنده‌ها و چندکامپیوترها را ارائه کرده و قراردادهای همبستگی حافظه نهان شامل قرارداد جاسوسی گذرگاه و دایرکتوری را بطور مفصل ارائه می‌کنیم. در انتهای فصل مکانیزم‌های انتقال پیام در چندکامپیوترها ارائه می‌شود.

در فصل هشتم موازات سطح داده در معماری‌های برداری، SIMD و GPU بررسی می‌شوند. ابتدا با معماری برداری شروع کرده و روش محاسبه زمان اجرای بردار مطرح می‌شود و روش‌های بهبود کامپیوتر برداری با استفاده از چند خط‌سیر، استراید، و... ارائه می‌شود. سپس سیستم‌های SIMDی چند رسانه‌ای مطرح می‌شوند و در آخر GPUها بررسی می‌شوند و نهایتاً سه معماری را با هم مقایسه می‌کنیم. در انتهای فصل روش تشخیص وابستگی در حلقه‌ها شامل وابستگی حمل شده حلقه ارائه شده و چگونگی برداری‌سازی حلقه‌ها مطرح می‌شود.

در فصل نهم موازات سطح نخ ارائه می‌شود. در ابتدا سیستم‌های چندپردازنده مبتنی بر یک تراشه یعنی چند هسته‌ای مطرح می‌شوند و طریقه اجرای چند نخ روی آنها مطرح و کارایی آنها با استفاده از چندین برنامه محک مقایسه می‌شود.

در فصل دهم کامپیوترهای مقیاس ورهاوس (WSC) مطرح می‌شوند. ابتدا تعاریف، هزینه و علت استفاده از این سیستم‌های در مقیاس بزرگ مطرح شده و معماری آنها شامل معماری شبکه ارتباطی، سلسله مراتب حافظه آنها و سنجش بازدهی آنها بررسی می‌شود و در آخر فصل یک نمونه WSCی شرکت گوگل با جزئیات بررسی می‌شود. در فصل یازدهم محاسبات گرید معرفی می‌شوند. ابتدا تعاریف این محاسبات ارائه شده و با شبکه‌های توزیع شده مقایسه می‌شوند و کاربرد و انواع آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس معماری شبکه گرید موشکافی می‌شود و در آخر چند پروژه بین‌المللی گرید را ارائه می‌کنیم.

امیدواریم این کتاب مورد توجه اساتید بزرگوار و دانشجویان گرامی واقع شود و ما را با پیشنهادات و انتقادات خود جهت بهبود کتاب یاری دهند.