

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۲۲۲۲۶۳۰

۱۴۰۰، ۹، ۱

برنامه نویسی موازی برای سیستم های

چند هسته ای و خوشه ای

جلد اول

تألیف:

توماس راویر

گودولا رانگر

ترجمه:

دکتر محمود ممتازپور

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

مهندس وحید امینی

دانشجوی دکترای مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

مهندس هانیه قاسمی

کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

زمستان ۱۳۹۹

سرشناسه	راوبر، توماس، Rauber, Thomas.
عنوان و نام پدیدآور	برنامه‌نویسی موازی برای سیستم‌های چند هسته‌ای و خوشه‌ای / تألیف توماس راوبر، گودولا رانگر؛ ترجمه محمود ممتازپور، وحید امینی، هانیه قاسمی.
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۹۸-
مشخصات ظاهری	۲ ج: مصور، نمودار.
شابک	جلد ۱: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۷۷۴-۲؛ دوره: ۹-۷۷۵-۴۶۳-۹۶۴-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی	فیبا
یادداشت	Parallel programming : for multicore and cluster systems, عنوان اصلی: 2 nd ed., c2013.
یادداشت	واژه‌نامه.
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	برنامه‌نویسی موازی.
موضوع	Parallel programming (Computer science):
شناسه افزوده	رونگر، گودولا.
شناسه افزوده	Runger, Gudula :
شناسه افزوده	ممتازپور، محمود، ۱۳۶۱-، مترجم.
شناسه افزوده	امینی، وحید، ۱۳۶۹-، مترجم.
شناسه افزوده	قاسمی، هانیه، ۱۳۷۲-، مترجم.
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، مرکز نشر.
شناسه افزوده	Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic). Publishing Center.
رده‌بندی کنگره	۵۸۷/۶۴۲: ۰۵/۲۷۵
رده‌بندی دیویی	۵۷۹۰۳۳۲
شماره کتابشناسی ملی	

این کتاب در جلسه مورخ ۱۳۹۸/۰۱/۲۵ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است.



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	برنامه‌نویسی موازی برای سیستم‌های چند هسته‌ای و خوشه‌ای (جلد اول)
تألیف	توماس راوبر، گودولا رانگر
ترجمه	محمود ممتازپور، وحید امینی، هانیه قاسمی
ناشر	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	زمستان ۱۳۹۹
قیمت	۶۲۰۰۰ تومان
تیراژ	۲۰
شابک دوره	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۷۷۵-۹
شابک جلد اول	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۷۷۴-۲
	ISBN : 978-964-463-775-9
	ISBN : 978-964-463-774-2

آدرس مرکز پخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

وبسایت: <http://publication.aut.ac.ir>

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

فهرست

صفحه

عنوان

۱- مقدمه	۱
۱-۱ کاربرد کلاسیک موازی سازی	۱
۲-۱ موازی سازی در سخت افزارهای امروزی	۳
۳-۱ مفاهیم اولیه	۵
۴-۱ بررسی اجمالی کتاب	۷
۲- معماری کامپیوتر موازی	۱۱
۱-۲ معماری پردازنده و روبرو فناوری	۱۲
۲-۲ طبقه بندی فلین در معماری های موازی	۱۶
۳-۲ سازمان دهی حافظه در کامپیوترهای موازی	۱۸
۱-۳-۲ کامپیوترهای دارای سازمان دهی حافظه توزیع شده	۱۹
۲-۳-۲ کامپیوترهای دارای سازمان دهی حافظه مشترک	۲۴
۳-۳-۲ کاهش زمان دسترسی به حافظه	۲۸
۴-۲ موازی سازی در سطح نخ	۳۱
۱-۴-۲ چندنخی همزمان	۳۲
۲-۴-۲ انرژی مصرفی پردازنده ها	۳۴
۳-۴-۲ پردازنده های چند هسته ای	۳۵
۴-۴-۲ معماری پردازنده های چند هسته ای	۳۷
۵-۴-۲ مثال: معماری Core i7 شرکت اینتل	۴۲
۵-۲ شبکه های میان ارتباطی	۴۶
۱-۵-۲ ویژگی های شبکه های میان ارتباطی	۴۸

۵۳	۲-۵-۲ شبکه‌های میان‌ارتباطی ایستا
۵۸	۳-۵-۲ جاسازی
۶۲	۴-۵-۲ شبکه‌های میان‌ارتباطی پویا
۶۹	۶-۲ مسیریابی و سوئیچینگ
۷۰	۱-۶-۲ الگوریتم‌های مسیریابی
۸۰	۲-۶-۲ مسیریابی در شبکه امگا
۸۳	۳-۶-۲ سوئیچینگ
۹۲	۴-۶-۲ مکانیزم‌های کنترل جریان
۹۳	۷-۲ حافظه نهان و سلسله‌مراتب حافظه
۹۵	۱-۷-۲ ویژگی‌های حافظه نهان
۱۰۵	۲-۷-۲ سیاست نوشتن
۱۰۸	۳-۷-۲ انسجام حافظه نهان
۱۱۹	۴-۷-۲ سازگاری حافظه
۱۲۶	۸-۲ مثال: ابررایانه IBM Blue Gene
۱۳۱	۹-۲ تمرین‌های فصل ۲
۱۳۵	۳- مدل‌های برنامه‌نویسی موازی
۱۳۶	۱-۳ مدل‌های سیستم‌های موازی
۱۳۸	۲-۳ موازی‌سازی برنامه‌ها
۱۴۱	۳-۳ سطوح موازی‌سازی
۱۴۲	۱-۳-۳ موازی‌سازی در سطح دستورالعمل
۱۴۴	۲-۳-۳ موازی‌سازی داده
۱۴۶	۳-۳-۳ موازی‌سازی حلقه
۱۴۹	۴-۳-۳ موازی‌سازی تابعی
۱۵۱	۵-۳-۳ توصیف صریح و ضمنی موازی‌سازی

۱۵۴	۳-۳-۶ الگوهای برنامه‌نویسی موازی
۱۶۰	۳-۴ محاسبات SIMD
۱۶۰	۳-۴-۱ اجرای عملیات برداری
۱۶۲	۳-۴-۲ دستورات SIMD
۱۶۴	۳-۵ روش‌های توزیع داده برای آرایه‌ها
۱۶۵	۳-۵-۱ توزیع داده برای آرایه‌های یک-بعدی
۱۶۶	۳-۵-۲ توزیع داده برای آرایه‌های دو-بعدی
۱۶۹	۳-۵-۳ توزیع داده پارامتری
۱۷۰	۳-۶ تبادل اطلاعات
۱۷۰	۳-۶-۱ متغیرهای مشترک
۱۷۲	۳-۶-۲ عملیات ارتباطی
۱۸۱	۳-۷ ضرب ماتریس-بردار موازی
۱۸۳	۳-۷-۱ محاسبه موازی حاصل ضرب‌های تدریجی
۱۸۵	۳-۷-۲ محاسبه موازی ترکیب‌های خطی
۱۸۹	۳-۸ فرآیندها و نخ‌ها
۱۸۹	۳-۸-۱ فرآیندها
۱۹۰	۳-۸-۲ نخ‌ها
۱۹۶	۳-۸-۳ مکانیزم‌های همگام‌سازی
۱۹۹	۳-۸-۴ گسترش برنامه‌های کارآمد و صحیح
۲۰۳	۳-۹ رویکردهای دیگر برنامه‌نویسی موازی
۲۰۳	۳-۹-۱ رویکردهای زبان‌های موازی جدید
۲۰۶	۳-۹-۲ حافظه تراکنشی
۲۱۰	۳-۱۰ تمرین‌های فصل ۳
۲۱۵	۴- تحلیل کارایی برنامه‌های موازی

مقدمه مترجمان

کتابی که در پیش رو دارید، جلد اول از ترجمه ویرایش دوم کتاب *Parallel Programming for Multicore and Cluster Systems* نوشته توماس روبر و گودولا رانگر است. توماس روبر از اساتید دانشگاه بایروت آلمان است که سال‌هاست در زمینه پردازش موازی و سیستم‌های با کارایی بالا تحقیق کرده و پروژه‌های متعددی به انجام رسانده است. گودولا رانگر نیز از اساتید دانشگاه کمیتس آلمان است و زمینه تحقیقاتی وی برنامه‌نویسی موازی و توسعه نرم‌افزار برای سیستم‌های موازی و توزیع‌شده است.

این کتاب شامل مباحث متنوعی در زمینه پردازش موازی و برنامه‌نویسی موازی است. این مباحث شامل معماری کامپیوترهای موازی و شبکه میان‌ارتباطی آن‌ها، مدل‌های برنامه‌نویسی موازی و موازی‌سازی در سطوح مختلف و همچنین تحلیل کارایی برنامه‌های موازی است. به بیان دقیق‌تر، در فصل اول این کتاب خواننده با انواع معماری‌های سیستم‌های موازی و وجه تمایز آن‌ها و نقاط قوت و ضعف آن‌ها آشنا می‌شود. در ادامه انواع شبکه‌های میان‌ارتباطی در سیستم‌های موازی شرح داده شده و روش‌های گوناگون مسیریابی و سوئیچینگ در این شبکه‌ها بیان شده است. در فصل دوم، حافظه و سلسله‌مراتب آن شامل حافظه نهان چندسطحی و مسائل مربوط به آن توضیح داده شده و سپس در مورد چالش سازگاری حافظه و نقش آن در برنامه‌نویسی موازی صحبت شده است. در فصل سوم این کتاب، مدل‌ها و الگوهای متنوع برنامه‌نویسی موازی بیان شده و خواننده با انواع شیوه‌های موازی‌سازی و تفاوت آن‌ها آشنا می‌شود. در این فصل همچنین مفاهیم موردنیاز برای برنامه‌نویسی موازی از قبیل نخ، فرآیند و مکانیزم‌های همگام‌سازی آن‌ها به همراه چند مثال متنوع ارائه شده است. در فصل آخر، نحوه تحلیل کارایی برنامه‌های موازی و معیارهای متداول برای تخمین کارایی و مقیاس‌پذیری به همراه چند مثال متنوع بیان شده است.

از آنجایی که این کتاب یکی از مراجع اصلی درس پردازش موازی در اکثر دانشگاه‌های معتبر دنیا بوده و همچنین در آخرین مصوبه شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم (مصوبه سال ۱۳۹۲) نیز به عنوان یکی از مراجع اصلی درس پردازش موازی ذکر شده است، خواندن آن به دانشجویان مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری و همه کسانی که علاقه‌مند به یادگیری در حوزه پردازش موازی و برنامه‌نویسی موازی هستند، توصیه می‌شود.

با احترام

محمود ممتازپور

وحید امینی

هانیه قاسمی