



سیستم های توزیعی

اصول و روش ها

ویراست دوم

اندروس . تانن باوم

مارتن فان استین

دکتر حسین پدرام

مهندس علیرضا زارع پور

سرشناسه	تانن باوم، اندرو اس. ۱۹۴۴م	Tanenbaum, Andrew S
عنوان و پدیدآور	سیستم‌های توزیعی (اصول و روش‌ها) / [نویسندگان] اندرو س. تانن باوم، مارتن فان استین؛ [مترجمان] حسین پدرام، علیرضا زارع پور	
مشخصات نشر	تهران: نص، ۱۳۸۹.	
مشخصات ظاهری	۶۴۸ ص. مصور، جدول، نمودار.	
شابک	۹۵۰۰۰ ریال	ISBN: 978-964-410-234-9
وضعیت فهرست نویسی	فیبا.	
عنوان اصلی	Distributed systems: principles and paradigms, 2 nd . ed, c2007	
عنوان دیگر	سیستم‌های توزیع شده (اصول و الگوها).	
عنوان دیگر	اصول و الگوهای سیستم‌های توزیع شده.	
عنوان دیگر	اصول و الگوریتم سیستم‌های توزیع شده.	
موضوع	داده پردازی - پردازش توزیع شده	
موضوع	سیستم‌های عامل توزیع شده (کامپیوتر)	
شناسه افزوده	استین، مارتن وان	Steen, Maarten Van
شناسه افزوده	پدرام، حسین، مترجم	
شناسه افزوده	زارع پور، علیرضا، ۱۳۴۰ - مترجم	
رده‌بندی کنگره	۱۳۸۹ ق ۳۶ ص ۷۹/۷۰ QA ۷۹/۷۰	
رده‌بندی دیویی	۵۰۶/۳۶	
شماره کتابخانه ملی	۱۹۳۶۷۲۴	



موسسه علمی فرهنگی

سیستم‌های توزیعی اصول و روش‌ها (ویراست دوم)

اندرو س. تانن باوم - مارتن فان استین

دکتر حسین پدرام - مهندس علیرضا زارع پور

چاپ اول: بهار ۸۹

تیراژ: ۲۵۰۰

ناشر: «نص»

چاپ و صحافی: سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی

قیمت: ۹۵۰۰۰ تومان

طراحی، آماده‌سازی: موسسه علمی فرهنگی «نص»

دفتر: تهران، میدان انقلاب، خ اردیبهشت، پست مین، شماره ۶

تلفن: ۶۶۴۰۵۳۷۲

تلفن: ۶۶۴۱۲۳۸۵ - ۶۶۴۶۵۶۷۲ - ۶۶۹۵۳۸۸۳ - فکس: ۶۶۹۵۷۶۹۰

فروشگاه ۲: یزد - فلکه اطلس - بلوار دانشگاه - نرسیده به مجتمع خورشید

ص.ب. ۸۶۳-۱۳۱۲۵ ایمیل: info@nasspub.com

تلفن: ۰۳۵۱-۸۲۵۷۱۰۵

کتابفروشی بزرگ نص

وب سایت: www.nass.ir

ISBN: 978-964-410-234-9

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۴۱۰-۲۳۴-۹

درباره مؤلفین

آندرو س. تاننباوم (Andrew S. Tanenbaum) دارای مدرک کارشناسی علوم از M.I.T و دکترای کامپیوتر از UCB (دانشگاه کالیفرنیا، واحد برکلی) است. وی در حال حاضر استاد علوم کامپیوتر در دانشگاه ورژه (آمستردام، هلند) می باشد، و سرپرستی گروه سیستم های کامپیوتری را نیز بر عهده دارد. تا ژانویه سال ۲۰۰۵ (که بازنشسته شد) به مدت ۱۲ سال ریاست دانشکده تحقیقات پیشرفته در علوم کامپیوتر و پردازش تصویر (که یکی از مراکز تحقیقاتی بین دانشگاهی در زمینه سیستم های موازی، توزیعی، و پردازش تصویر پیشرفته است) را بر عهده داشت.

وی در گذشته تحقیقاتی در زمینه کامپایلرها، سیستم های عامل، شبکه و سیستم های توزیعی محلی انجام داده است. تحقیقات فعلی وی بطور عمده روی امنیت سیستم های کامپیوتری، بویژه در سیستم های عامل، شبکه ها و سیستم های توزیعی بزرگ-مقیاس متمرکز شده است. حاصل این تحقیقات بیش از ۱۲۵ مقاله ارجاع شده در نشریات و کنفرانس ها، و پنج کتاب بوده است که به ۲۱ زبان ترجمه شده اند.

پروفسور تاننباوم مقدار زیادی نرم افزار نیز تولید کرده است. او معمار اصلی کیت کامپایلر آمستردام (یکی از ابزارهای شناخته شده برای تولید کامپایلرهای قابل انتقال) بوده است. وی طراح اصلی سیستم عامل MINIX (نسخه کوچک و آموزشی یونیکس) نیز هست، که جرقه توسعه سیستم عامل منبع باز معروف و محبوب لینوکس از آنجا زده شد. این سیستم عامل را می توانید مجانی از سایت www.minix3.org دریافت کنید. او یکی از طراحان اصلی آمیب و گلوب نیز می باشد.

دانشجویان Ph.D پروفسور تاننباوم پس از کسب مدرک به افتخارات علمی زیادی نائل شده اند، و ایشان به آنها افتخار می کند. از این نظر، احساس وی شبیه احساس یک مرغ مادر به جوجه هایش است.

پروفسور تاننباوم در مجامع علمی زیادی عضویت دارد، که از میان آنها می توان به ACM، IEEE و فرهنگستان سلطنتی علوم و هنرهای هلند اشاره کرد. ایشان برنده جوایز مختلفی نیز بوده اند: جایزه ACM/Karl V. Karlstrom برای مدرس برجسته (سال ۱۹۹۴)، جایزه ACM/SIGCSE برای محقق برجسته در زمینه آموزش علوم کامپیوتری (سال ۱۹۹۷)، جایزه Texty برای بهترین کتاب درسی کامپیوتری (سال ۲۰۰۲). وی در سال ۲۰۰۴ یکی از پنج عنوان استادی جدید در فرهنگستان سلطنتی را کسب کرد. آدرس صفحه وب پروفسور

تانن باوم <http://www.cs.vu.nl/~ast/> است.

مارتن فان استین (Maarten Van Steen) استاد علوم کامپیوتر در دانشگاه ورژه (آمستردام، هلند) می‌باشد. جایی که دروس سیستم عامل، شبکه‌های کامپیوتری، و سیستم‌های توزیعی را تدریس می‌کند. ایشان همچنین دوره‌های بسیار موفقی نیز در زمینه تدریس ICT به صنایع و سازمان‌های دولتی برگزار کرده است.

پروفسور فان استین در دانشگاه تونته (هلند) ریاضیات کاربردی خواند، و مدرک دکترای علوم کامپیوتر خود را از دانشگاه لیدن (هلند) گرفت. پس از فراغت از تحصیل در آزمایشگاه تحقیقات صنعتی مشغول کار شد، جایی که بعدها به ریاست گروه سیستم‌های کامپیوتری ترفیع یافت. وی در آنجا روی برنامه‌نویسی برنامه‌های کاربردی موازی فعالیت می‌کرد.

بعد از پنج سال که همزمان با کار تحقیقاتی درگیر وظایف مدیریتی نیز بود، به دانشگاه برگشت. ابتدا با عنوان استادیار علوم کامپیوتر در دانشگاه اراسموس (روتردام)، و بعدها با سمت استادیار گروه پروفسور تانن باوم در دانشگاه ورژه (آمستردام). بازگشت به دانشگاه تصمیم درستی بود (همسرش هم همین عقیده را دارد).

تحقیقات فعلی وی روی سیستم‌های توزیعی بزرگ-مقیاس، بویژه توزیع و تکثیر انطباقی در سیستم‌های وب-محور نظیر گلبول، که همکاریش با تیم پیر طراح ارشد آن است، متمرکز شده است. وی به تحقیقات در زمینه سیستم‌های نظیر سه-نظیر غیر متمرکز (بر اساس سخن‌پراکنی) نیز علاقمند است. یکی از نتایج این تحقیقات سیستم Tribler بوده، که به کمک همکاری‌اش در دانشگاه فنی دلفت آن را توسعه داده است.

پیشگفتار

سیستم‌های توزیعی یکی از حوزه‌های علوم کامپیوتری است که با سرعت زیادی به پیش می‌رود و تغییر می‌کند. از زمان ویراست قبلی این کتاب مباحث جدید و جالبی مانند سیستم‌های نظیر به نظیر و شبکه‌های حسگر ظهور کرده‌اند، در حالیکه تعدادی هم کاملتر و پخته‌تر شده‌اند، مانند سرویس‌ها و برنامه‌های کاربردی وب. این تغییرات به هنگام کردن کتاب و تجدیدنظر در آن را ضروری کرده بود.

یک فصل جدید در زمینه معماری اضافه کرده‌ایم، که به پیشرفت‌های اخیر در سازماندهی سیستم‌های توزیعی می‌پردازد. یک تفاوت مهم دیگر اضافه شدن مطالب بیشتر درباره سیستم‌های غیر متمرکز، به ویژه محاسبات نظیر به نظیر، است. علاوه بر تشریح کلیات و اصول بنیادی، به کاربردهای آن مانند اشتراک فایل، توزیع اطلاعات، شبکه‌های تحویل محتوا، و سیستم‌های انتشار اشتراک نیز توجه ویژه کرده‌ایم.

موضوعات جدید دیگری هم در سرتاسر کتاب مورد بحث قرار گرفته‌اند. برای مثال، مطالبی در زمینه شبکه‌های حسگر، مجازی‌سازی، خوشه‌های خدمت‌گزار، و محاسبات توری اضافه شده است. به مبحث خودمدیریتی سیستم‌های توزیعی، که دارای اهمیتی فزاینده در سیستم‌های بزرگ-مقیاس است، نیز توجه ویژه نشان داده‌ایم.

البته، هر جا لازم بوده، مطالب را تازه و مدرن کرده‌ایم. برای مثال، در مبحث سازگاری و تکثیر، روی مدل‌های سازگاری مدرن که تناسب بهتری با محاسبات توزیعی حجیم و پرسرعت دارند، تمرکز کرده‌ایم. مطالبی در زمینه الگوریتم‌های توزیعی مدرن، از جمله همگام‌سازی ساعت GPS-محور و الگوریتم‌های مکان‌یابی، نیز اضافه شده است.

با همه اینها موفق شدیم تعداد صفحات کتاب را کاهش دهیم، چیزی که چندان معمول نیست. این کاهش بیشتر ناشی از حذف برخی مباحث مانند پاکسازی توزیعی و پروتکل‌های پرداخت الکترونیکی (و همچنین سازماندهی مجدد چهار فصل آخر کتاب) بوده است.

همانند ویراست قبل، کتاب به دو بخش تقسیم شده است: اصول و کلیات سیستم‌های توزیعی در فصل‌های ۲ تا ۹ مورد بحث قرار گرفته‌اند، در حالیکه رهیافت‌های پیاده‌سازی و توسعه آنها (روش‌ها) را در فصل‌های ۱۰ تا ۱۳

تشریح کرده‌ایم. البته، بر خلاف ویراست قبل، دیگر خبری از مطالعه‌های موردی کامل در فصول آخر کتاب نیست؛ به جای آن، برای هر یک از اصول بیان شده در طول کتاب یک نمونه زنده آورده‌ایم. برای مثال، احضار شی را به عنوان یکی از اصول ارتباطی در سیستم‌های توزیعی شی-محور مورد بحث قرار داده‌ایم (فصل ۱۰). این رهیافت به ما اجازه داد تا بیشتر روی مطالب هر فصل تمرکز کنیم. و امیدواریم خواندن کتاب را هم برای خواننده جذابتر کرده باشد.

مثال‌ها و نمونه‌های زیادی از دنیای واقعی آورده‌ایم تا به درک بهتر سیستم‌های توزیعی کمک کند. جنبه‌های مختلف سیستم‌هایی مانند GPS، DNS، WebSphere MQ، آپاچی، NFS، Ice، CORBA، آکامی، TBS/Rendezvous، جینی، و بسیاری دیگر در طول کتاب مورد بحث قرار گرفته‌اند. این مثال‌ها مرز باریک بین تئوری و عمل را نشان می‌دهند، چیزی که سیستم‌های توزیعی را به مبحثی چنین هیجان‌انگیز تبدیل کرده است.

افراد زیادی به طرق مختلف در این کتاب مشارکت کرده‌اند. به ویژه مایلم از د. رابرت آدامز، آرنو باکر، کاسکان بایراک، ژاک چاسی، دو کوگو، مایکل چادرون، پانیت سینگ، چاولا، فابیو کاستا، کونگ دو، دیک اپما، کوین فونیک، جاندا گاما، علی قدسی، جورجیو اینگارگولا، مارک ژلا سینی، احمد کامل، گریگوری کافهام، جروین کتیما، اونو کو، پاتریسیا لاکو، استیو مک‌دونالد، مایکل جی. مک‌کارتی، م. تامر اوتسو، گالیمو پییر، آوی شاهار، سوامیناثان سواسوبرامانیا، شیتان شاه، اد استیگرز، پاول تایمان، کریگ ی. ویلز، روون ایگل، و داکای ژو که بخش‌هایی از دستنویس کتاب را خواندند، اشتباهات ویراست قبلی را پیدا کردند. و تذکرات مفیدی به ما دادند، تشکر کنیم.

در پایان، باید از خانواده‌هایمان تشکر کنیم. سوران همدهمین بار است که کتاب نوشتن مرا تحمل می‌کند؛ برای خود من هم زیاد است، چه رسد به او. هرگز حتی یک کلمه شکایت نگرفته، اگر چه مطمئنم بارها در دل آرزو کرده کاش این وضع به پایان برسد. متشکرم، سوزان. باربارا و هاروین حالا بهتر می‌فهمند یک استاد دانشگاه برای در آوردن خرج زندگی چه می‌کشد، و البته فرق یک کتاب درسی خوب و بد را هم فهمیده‌اند. اکنون آنها مشوق من هستند که تلاش کنم بیشتر کتاب‌های خوب بنویسم. تا کتاب‌های بد. (ا. س. ت.)

از آنجاییکه من برای نوشتن ویراست جدید این کتاب روزهای شنبه را مرخصی می‌گرفتم، فکر می‌کنم ماریله چندان هم ناراضی نباشد. کم‌کم دارد عادت می‌کند، ولی همچنان به حمایت از من ادامه می‌دهد. اگر چه همیشه بموقع توجه مرا به چیزهایی که از نوشتن کتاب مهمتر هستند، جلب کرده است. صدها سپاس به او بدهکارم. ماکس و الکس حالا بهتر می‌فهمند کتاب نوشتن یعنی چه، ولی وقتی کتاب مرا با کتاب‌های مهیجی که خودشان می‌خوانند، مقایسه می‌کنند، برایشان دشوار است درک کنند چه چیز این موجود عجیبی که به آن «سیستم توزیعی» می‌گویند، اینقدر هیجان‌انگیز است؛ و البته پیداست که نمی‌توانم بر آنها خرده بگیرم. (م. ف. ا.)

آندرو س. تانن باوم

مارتن فان استن

فهرست مطالب

۱۷	.....	۱	مقدمه
۱۸	.....	۱-۱	تعریف سیستم‌های توزیعی
۱۹	.....	۲-۱	اهداف
۱۹	.....	۱-۲-۱	دسترس‌پذیر کردن منابع
۲۰	.....	۲-۲-۱	شفافیت توزیع
۲۳	.....	۳-۲-۱	باز بودن
۲۴	.....	۴-۲-۱	مقیاس‌پذیری
۳۰	.....	۵-۲-۱	طرح اشکال
۳۱	.....	۳-۱	انواع سیستم‌های توزیعی
۳۱	.....	۱-۳-۱	سیستم‌های محاسبات توزیعی
۳۴	.....	۲-۳-۱	سیستم‌های اطلاعات توزیعی
۳۸	.....	۳-۳-۱	سیستم‌های فراگیر توزیعی
۴۴	.....	۴-۱	خلاصه

۴۷	.....	۲	معماری
۴۸	.....	۱-۲	شیوه‌های معماری
۵۰	.....	۲-۲	معماری‌های سیستم
۵۰	.....	۱-۲-۲	معماری‌های متمرکز
۵۶	.....	۲-۲-۲	معماری‌های غیرمتمرکز
۶۴	.....	۳-۲-۲	معماری‌های هیبریدی (دورگه)

۲۲۱	 پیاده‌سازی سلسله مراتبی: LDAP	۲-۴-۵
۲۲۴	 پیاده‌سازی غیر متمرکز	۳-۴-۵
۲۲۸	 خلاصه	۵-۵

۶

همگام‌سازی

۲۳۳	 همگام‌سازی ساعت	۱-۶
۲۳۴	 ساعت‌های فیزیکی	۱-۱-۶
۲۳۵	 سیستم موقعیت‌یاب جهانی	۲-۱-۶
۲۳۸	 الگوریتم‌های همگام‌سازی ساعت	۳-۱-۶
۲۴۰	 ساعت‌های منطقی	۲-۶
۲۴۴	 ساعت‌های منطقی لامپورت	۱-۲-۶
۲۴۵	 ساعت‌های نرداری	۲-۲-۶
۲۴۹	 انحصار متقابل	۳-۶
۲۵۲	 کلیات	۱ ۳-۶
۲۵۲	 الگوریتم متمرکز	۲-۳-۶
۲۵۳	 الگوریتم غیر متمرکز	۳ ۳-۶
۲۵۴	 الگوریتم توزیعی	۲-۳-۶
۲۵۵	 الگوریتم حلقه نشانه	۵-۳-۶
۲۵۷	 مقایسه‌ای بین چهار الگوریتم	۶-۳-۶
۲۵۸	 موقعیت‌یابی جهانی گره‌ها	۴-۶
۲۶۰	 الگوریتم‌های گزینش	۵-۶
۲۶۲	 الگوریتم‌های سنتی گزینش	۱-۵-۶
۲۶۳	 گزینش در محیط‌های بی‌سیم	۲-۵-۶
۲۶۵	 گزینش در سیستم‌های بزرگ مقیاس	۳-۵-۶
۲۶۷	 خلاصه	۶ ۶
۲۶۹	.....	

۷

سازگاری و تکثیر

۲۷۳	 مقدمه	۱-۷
۲۷۴	 چرا تکثیر؟	۱-۱-۷
۲۷۴	 تکثیر به عنوان یک روش گسترش‌پذیری	۲ ۱-۷
۲۷۵	 مدل‌های سازگاری داده مدار	۲ ۷
۲۷۶	 سازگاری پیوسته	۱ ۲-۷
۲۷۷	 سازگاری ترتیب عملیات	۲ ۲-۷
۲۸۰	.....	

۲۸۶	۳-۷	مدل‌های سازگاری مشتری-مدار
۲۸۷	۱-۳-۷	سازگاری تدریجی
۲۸۹	۲-۳-۷	خواندن یکنوا
۲۹۰	۳-۳-۷	نوشتن یکنوا
۲۹۱	۴-۳-۷	خواندن خودنوشته‌ها
۲۹۲	۵-۳-۷	نوشتن بعد از خواندن
۲۹۳	۴-۷	مدیریت نسخه‌های تکثیری
۲۹۳	۱-۴-۷	مکان‌یابی خدمتگذار تکثیر
۲۹۵	۲-۴-۷	تکثیر و مکان‌یابی محتویات
۲۹۹	۳-۴-۷	توزیع محتویات
۳۰۳	۵-۷	پروتکل‌های سازگاری
۳۰۳	۱-۵-۷	سازگاری پیوسته
۳۰۵	۲-۵-۷	پروتکل‌های اولیه-محور
۳۰۸	۳-۵-۷	پروتکل‌های نوشتن تکثیرشده
۳۱۰	۴-۵-۷	پروتکل‌های انسجام حافظه پنهان
۳۱۲	۵-۵-۷	پیاپی سازی سازگاری مشتری-مدار
۳۱۴	۶-۷	خلاصه

۸

۳۱۹	تحمل خرابی
۳۲۰	۱-۸
۳۲۰	مقدمه‌ای بر خرابی‌پذیری
۳۲۰	۱-۱-۸
۳۲۱	مفاهیم اساسی
۳۲۱	۲-۱-۸
۳۲۴	مدل‌های خرابی
۳۲۴	۳-۱-۸
۳۲۴	پوشش خرابی با افزونگی
۳۲۵	۲-۸
۳۲۵	رجعت فرایند
۳۲۶	۱-۲-۸
۳۲۶	مسائل طراحی
۳۲۸	۲-۲-۸
۳۲۸	پوشش خرابی و تکثیر
۳۲۹	۳-۲-۸
۳۲۹	توافق در سیستم‌های خراب
۳۳۲	۴-۲-۸
۳۳۲	تشخیص خرابی
۳۳۳	۳-۸
۳۳۳	ارتباط قابل اطمینان بین مشتری و خدمتگذار
۳۳۳	۱-۳-۸
۳۳۳	ارتباط نقطه-به-نقطه
۳۳۴	۲-۳-۸
۳۳۴	فراخوانی روال راه دور در حضور خرابی
۳۳۹	۴-۸
۳۳۹	ارتباط قابل اطمینان بین اعضای گروه
۳۳۹	۱-۴-۸
۳۳۹	روش‌های ساده چندبخشی قابل اطمینان
۳۴۱	۲-۴-۸
۳۴۱	گسترش‌پذیری در چندبخشی قابل اطمینان

۳۴۴	چندبخشی تقسیم‌ناپذیر	۳-۴-۸
۳۵۰	تعهد اجرایی توزیعی	۵-۸
۳۵۱	تعهد اجرایی دو مرحله‌ای	۱-۵-۸
۳۵۶	تعهد اجرایی سه مرحله‌ای	۲-۵-۸
۳۵۸	ترمیم خرابی و برگشت سیستم	۶-۸
۳۵۸	مقدمه	۱-۶-۸
۳۶۲	نقطه بازرسی	۲-۶-۸
۳۶۴	ثبت پیام	۳-۶-۸
۳۶۷	محاسبات ترمیم‌گرا	۴-۶-۸
۳۶۷	خلاصه	۷-۸

۳۷۱	امنیت	۹
۳۷۲	مقدمه‌ای بر امنیت	۱-۹
۳۷۲	تهیه‌دهای امنیتی: سیاست‌ها و مکانیزم‌ها	۱-۱-۹
۳۷۷	مسائل طراحی	۲-۱-۹
۳۸۱	رمزنگاری	۳-۱-۹
۳۸۹	کانال‌های امن	۲-۹
۳۸۹	احراز هویت	۱-۲-۹
۳۹۶	یکپارچگی پیام و محرمانگی	۲-۲-۹
۳۹۹	ارتباطات گروهی امن	۳-۲-۹
۴۰۲	یک مثال: کربروز	۴-۲-۹
۴۰۴	کنترل دسترسی	۳-۹
۴۰۵	کلیات	۱-۳-۹
۴۰۹	دیوار آتش	۲-۳-۹
۴۱۰	کُد میزبان امن	۳-۳-۹
۴۱۷	عدم پذیرش سرویس	۴-۳-۹
۴۱۸	مدیریت امنیت	۴-۹
۴۱۸	مدیریت کلید	۱-۴-۹
۴۲۲	مدیریت گروه امن	۲-۴-۹
۴۲۴	مدیریت کنترل مجوز	۳-۴-۹
۴۲۹	خلاصه	۵-۹

۴۳۳	سیستم‌های توزیعی شی - محور	۱۰
-----	----------------------------	----

۴۳۳	معماری	۱-۱۰
-----	--------	------

۴۳۳	اشیا توزیعی	۱-۱-۱۰
۴۳۶	مثال: EJB	۲-۱-۱۰
۴۳۸	مثال: اشیا توزیعی مشترک گلوب	۳-۱-۱۰
۴۴۰	فرایندها	۲-۱۰
۴۴۱	خدمتگذار شی	۱-۲-۱۰
۴۴۳	مثال: سیستم زمان-اجرای آپس	۲-۲-۱۰
۴۴۵	ارتباطات	۳-۱۰
۴۴۵	پیوند مشتری به یک شی	۱-۳-۱۰
۴۴۷	احضار متد راه دور: دینامیک یا استاتیک؟	۲-۳-۱۰
۴۴۸	پاس کردن پارامتر	۳-۳-۱۰
۴۵۰	مثال: RM جاوا	۴-۳-۱۰
۴۵۲	پیام‌رسانی شی-محور	۵-۳-۱۰
۴۵۵	نام‌گذاری	۴-۱۰
۴۵۵	مرجع شی در CORBA	۱-۴-۱۰
۴۵۷	مرجع شی در گلوب	۲-۴-۱۰
۴۵۸	همگام‌سازی	۵-۱۰
۴۶۰	سازگاری و تکثیر	۶-۱۰
۴۶۰	سازگاری مدخل	۱-۶-۱۰
۴۶۳	احضارهای تکثیر شده	۲-۶-۱۰
۴۶۴	تحمل خرابی	۷-۱۰
۴۶۴	مثال: خرابی‌پذیری در CORBA	۱-۷-۱۰
۴۶۷	مثال: خرابی‌پذیری در جاوا	۲-۷-۱۰
۴۶۸	امنیت	۸-۱۰
۴۶۸	مثال: گلوب	۱-۸-۱۰
۴۷۲	امنیت برای اشیا راه دور	۲-۸-۱۰
۴۷۳	خلاصه	۹-۱۰

۱۱

۴۷۷	سیستم فایل توزیعی	
۴۷۷	معماری	۱-۱۱
۴۷۷	معماری مشتری-خدمتگذار	۱-۱-۱۱
۴۸۲	سیستم‌های فایل خوشه-محور	۲-۱-۱۱
۴۸۴	معماری مقارن	۳-۱-۱۱
۴۸۶	فرایندها	۲-۱۱
۴۸۷	ارتباطات	۳-۱۱

۴۸۷	 NFS در RPC	۱-۳-۱۱
۴۸۸	 زیرسیستم RPC2	۲-۳-۱۱
۴۹۰	 ارتباطات فایل-گرا در Plan 9	۳-۳-۱۱
۴۹۱	 نام‌گذاری	۴-۱۱
۴۹۱	 نام‌گذاری در NFS	۱-۴-۱۱
۴۹۶	 ایجاد یک فضای نام فراگیر	۲-۴-۱۱
۴۹۸	 همگام‌سازی	۵-۱۱
۴۹۸	 اصول معنایی اشتراک فایل	۱-۵-۱۱
۵۰۰	 قفل کردن فایل	۲-۵-۱۱
۵۰۲	 به اشتراک گذاشتن فایل در کودا	۳-۵-۱۱
۵۰۳	 سارکاری و تکثیر	۶-۱۱
۵۰۴	 حافظه پنهان سمت-مشتري	۱-۶-۱۱
۵۰۸	 تکثیر سمت-خدمت‌گزار	۲-۶-۱۱
۵۱۰	 تکثیر در سیستم‌های فایل نظیر-به-نظیر	۳-۶-۱۱
۵۱۲	 تکثیر فایل در سیستم‌های توری	۴-۶-۱۱
۵۱۳	 تحمل خرابی	۷-۱۱
۵۱۳	 کنترل خرابی‌های بیرانسی	۱-۷-۱۱
۵۱۵	 دسترس‌پذیری بالا در سیستم‌های نظیر-به-نظیر	۲-۷-۱۱
۵۱۶	 امنیت	۸-۱۱
۵۱۶	 امنیت در NFS	۱-۸-۱۱
۵۱۹	 احراز هویت غیر متمرکز	۲-۸-۱۱
۵۲۲	 سیستم‌های اشتراک فایل نظیر-به-نظیر امن	۳-۸-۱۱
۵۲۴	 خلاصه	۹-۱۱

۱۲

سیستم‌های توزیعی وب-محور

۵۳۰	 معماری	۱-۱۲
۵۳۰	 سیستم‌های وب-محور سستی	۱-۱-۱۲
۵۳۴	 سرویس‌های وب	۲-۱-۱۲
۵۳۸	 فرایندها	۲-۱۲
۵۳۸	 انواع مشتری	۱-۲-۱۲
۵۳۹	 آباچی: یک خدمت‌گزار وب	۲-۲-۱۲
۵۴۱	 خوشه‌های خدمت‌گزار وب	۳-۲-۱۲
۵۴۳	 ارتباطات	۳-۱۲
۵۴۳	 پروتکل انتقال ابرمتن (HTTP)	۱-۳-۱۲

۵۴۸	۲-۳-۱۲	پروتکل ساده دسترسی شی (SOAP)
۵۵۰	۴-۱۲	نام‌گذاری
۵۵۱	۵-۱۲	همگام‌سازی
۵۵۲	۶-۱۲	سازگاری و تکثیر
۵۵۳	۱-۶-۱۲	حافظه پنهان پروکسی وب
۵۵۵	۲-۶-۱۲	تکثیر در سیستم‌های میزبانی وب
۵۶۱	۳-۶-۱۲	تکثیر بر نامه‌های کاربردی وب
۵۶۴	۷-۱۲	تحمل خرابی
۵۶۵	۸-۱۲	امنیت
۵۶۶	۹-۱۲	خلاصه

۱۳

۵۶۹	سیستم‌های توزیعی هماهنگی - محور	
۵۶۹	مقدمه‌ای بر مدل‌های هماهنگی	۱-۱۳
۵۷۱	معماری	۲-۱۳
۵۷۱	رهیافت کلی	۱-۲-۱۳
۵۷۳	معماری‌های سنتی	۲-۲-۱۳
۵۷۶	معماری‌های نظیر به نظیر	۳-۲-۱۳
۵۷۹	سیاری و هماهنگی	۴-۲-۱۳
۵۸۰	فرایندها	۳-۱۳
۵۸۰	ارتباطات	۴-۱۳
۵۸۱	مسیریابی محتوا-محور	۱-۴-۱۳
۵۸۲	پشتیبانی از اشتراک‌های مرکب	۲-۴-۱۳
۵۸۳	نام‌گذاری	۵-۱۳
۵۸۳	توصیف رویدادهای مرکب	۱-۵-۱۳
۵۸۵	نظریق رویدادها و اشتراک‌ها	۲-۵-۱۳
۵۸۶	همگام‌سازی	۶-۱۳
۵۸۶	سازگاری و تکثیر	۷-۱۳
۵۸۶	رهیافت‌های استاتیک	۱-۷-۱۳
۵۹۰	تکثیر دینامیک	۲-۷-۱۳
۵۹۱	تحمل خرابی	۸-۱۳
۵۹۲	ارتباطات انتشار-اشتراک قابل اطمینان	۱-۸-۱۳
۵۹۴	خرابی‌پذیری در فضاهای داده‌اشتراکی	۲-۸-۱۳
۵۹۵	امنیت	۹-۱۳
۵۹۶	محرمانگی	۱-۹-۱۳

۵۹۸	 فضای داده مشترک امن	۲-۹-۱۳
۵۹۸	 خلاصه	۱۵-۱۳

۱۴

۶۰۱	 کتابشناسی	
۶۰۱	 منابعی برای مطالعه بیشتر	۱-۱۴
۶۰۱	 کتاب‌های مقدماتی و عمومی	۱-۱-۱۴
۶۰۲	 معماری	۲-۱-۱۴
۶۰۲	 فرآیند	۳-۱-۱۴
۶۰۳	 ارتباطات	۴-۱-۱۴
۶۰۳	 نام‌گذاری	۵-۱-۱۴
۶۰۴	 همگام‌سازی	۶-۱-۱۴
۶۰۴	 سازگاری و تکثیر	۷-۱-۱۴
۶۰۴	 تحلیل خرابی	۸-۱-۱۴
۶۰۵	 امنیت	۹-۱-۱۴
۶۰۵	 سیستم‌های توزیعی سرگرا	۱۰-۱-۱۴
۶۰۶	 سیستم فایل توزیعی	۱۱-۱-۱۴
۶۰۶	 سیستم‌های توزیعی وب‌محور	۱۲-۱-۱۴
۶۰۷	 سیستم‌های توزیعی هماهنگی‌محور	۱۳-۱-۱۴
۶۰۷	 فهرست الفبایی	۲-۱۴