

به نام خداوند جان و خرد

اصول و الگوهای

سیستم‌های توزیع شده

اندرو اس. تنباوم

مارتین ون استین

مترجم:

دکتر ابوالفضل طرقي حقيقت

(استادیار دانشگاه آزاد قزوین)

انتشارات پارس رسانه

Tanenbaum, Andrew S.

: تاننباوم، اندرو اس. ۱۹۴۴ - م.

سرشناسه

: اصول و الگوهای سیستم‌های توزیع‌شده/ اندرو اس. تننباوم، مارتین ون استین؛

عنوان و نام پدیدآور

مترجم: ابوالفضل طرقي حقيقت.

: تهران: پارس رسانه، ۱۳۹۳.

مشخصات نشر

: ۶۶۹ ص.: مصور، جدول، نمودار.

مشخصات ظاهري

ISBN: 978-600-94049-1-9

: ۲۵۰۰۰ ريال

شابک

: فيفا وضعیت فهرست نویسی

: عنوان اصلی: Distributed systems: principles and paradigms. 2nd ed. c,2007

یادداشت

: کتاب حاضر در سالهای مختلف با عناوین و مترجمین متفاوت توسط ناشرین مختلف منتشر شده است.

یادداشت

: داده‌پردازی — پردازش توزیع شده

موضوع

: سیستم‌های عامل توزیع شده (کامپیوتر)

موضوع

: استین، مارتین وان

شناسه افزوده

Steen, Maarten Van

: شناسه افزوده

: طرقي حقيقت، ابوالفضل، ۱۳۴۸، مترجم.

شناسه افزوده

: ۱۳۹۳ الفبا ۳۶/پ ۷۶/۹ QA

رده بندی کنگره

: ۰۰۵/۳۲۷۶

رده بندی دیویی

: ۳۷۵۰۸۳۵

شماره کتابشناسی ملی

عنوان : اصول و الگوهای سیستم‌های توزیع‌شده

مؤلفین : اندرو اس. تننباوم؛ مارتین ون استین

مترجم : دکتر ابوالفضل طرقي حقيقت

ناشر : انتشارات پارس رسانه

نوبت چاپ : اول ۱۳۹۳

تیراژ : ۳۰۰۰ جلد

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۰۴۹-۱-۹ (ISBN: 978-600-94049-1-9)

قیمت : ۲۵۰۰۰۰ ريال

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به انتشارات پارس رسانه است. هر گونه چاپ، زیراکس، بازنویسی، اسکن و تهیه CD از این اثر بدون اجازه ناشر، حرام، ممنوع و موجب پیگرد قانونی خواهد بود.

انتشارات پارس رسانه: تهران، خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، نیش چهارراه روانمهر، پلاک ۲۵۶، طبقه اول

تماس: ۰۲۱ - ۶۶۴۱۲۷۹۸ و ۰۲۱ - ۲۷۸۸۶۹۹ - ۹۱۲ پست الکترونیکی: at_haghighat@yahoo.com

URL: www.par.ir

پیشگفتار

پرسند خلائق که چرا عاشق و مستی
سی مرغ سبکبال به سیمرغ رسیدند
تنها تو به داد دل بیچاره رسیدی
مجنون دل دیوانه و لیلی رخ ماهت
خلقی به زبان نام تو آرند و ندانند
هر کس که تو را ببند و در دام تو افتد
الهام شسده بر دلم ای دلبر زیبا

جاری نشود جز به حقیقت به زیانسم

زان روز که من رفت و تو برجاش نشست

خدا را سپاس که بر من منت نهاد تا گامی کوچک در راه آموزش یکی از اساسی ترین مباحث مهندسی کامپیوتر بردارم و این اثر را به همه دانشجویان و پژوهشگران علاقه مند به سیستم های توزیع شده و سیستم های عامل تقدیم نمایم.

این کتاب علاوه بر اصول و مفاهیم تئوری، به تشریح الگوهای طراحی و معماری نرم افزاری سیستم های توزیعی پرداخته و نیز با بیان نکات عملی و بررسی سیستم های توزیعی مدرن موجود در دنیا مانند CORBA, Java RMI, و غیره توانسته است به عنوان یک اثر غنی و ارزشمند شناخته شود و اساتید مختلف در دانشگاه های معتبر جهان آن را به عنوان یک مرجع درسی معرفی نمایند. مانند آثار مشابه، در این جا نیز علاوه بر تشریح معماری نرم افزاری سیستم های توزیع شده، اصول کلی و تئوری های مختلف مربوط به مفاهیم کلیدی این سیستم ها، یعنی فرایندها و نخ ها، ارتباطات، نام گذاری، همگام سازی، تکرار و سازگاری، تحمل پذیری نقص و امنیت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند. همچنین در فصول انتهایی کتاب، یکایک این مفاهیم و تئوری ها به تفصیل بر روی سیستم های توزیعی واقعی مدرن به تفکیک سیستم های توزیع شده مبتنی بر شی، سیستم های فایل توزیع شده، سیستم های توزیع شده مبتنی بر وب و سیستم های توزیع شده مبتنی بر هماهنگی شرح داده شده است. به این ترتیب با مطالعه آن، درک واقعی و بهتری از اصول طراحی و پیاده سازی کاربردهای سیستم های توزیع شده در ذهن دانشجو شکل خواهد گرفت. این کتاب با پوشش کامل برنامه آموزشی مصوب درس سیستم عامل پیشرفته دوره کارشناسی ارشد (۷ فصل اول کتاب) و درس سیستم های توزیع شده دوره کارشناسی ارشد و دکترا (۶ فصل آخر کتاب)، اساتید و دانشجویان محترم را در پیشبرد اهداف علمی و پژوهشی خود یاری می رساند.

در ترجمه این کتاب تلاش زیادی در جهت امانت داری به عمل آمده است؛ با این وجود گاهی مطالبی به آن اضافه شده است تا به فهم موضوع کمک کند، اما به منظور جلوگیری از مخدوش شدن اصل اثر، مطالب اضافه شده با عبارت «مترجم» و یا داخل پرانتز و فونت ایتالیک از مطالب کتاب اصلی تفکیک شده است.

در پایان از کلیه کسانی که در تهیه این اثر، مرا یاری نمودند، صمیمانه تشکر می کنم. همچنین از اساتید محترم، دانشجویان گرامی و سایر خوانندگان تقاضا دارم که نظرات و پیشنهادات خود را به آدرس پست الکترونیکی مترجم (at_haghighat@yahoo.com) ارسال نمایند.

۱۱ مقدمه

۱۲	۱-۱ تعریف سیستم توزیع شده.....
۱۴	۲-۱ اهداف.....
۱۴	۱-۲-۱ ایجاد قابلیت دسترسی به منابع.....
۱۵	۲-۲-۱ شفافیت (نامرئی سازی) توزیع.....
۱۹	۳-۲-۱ باز بودن.....
۲۱	۴-۲-۱ مقیاس پذیری.....
۲۸	۵-۲-۱ خطرات.....
۲۹	۳-۱ انواع سیستم های توزیع شده.....
۲۹	۱-۳-۱ سیستم های محاسباتی توزیع شده.....
۳۲	۲-۳-۱ سیستم های اطلاعاتی توزیع شده.....
۳۳	۳-۳-۱ سیستم های پردازش تراکنش.....
۳۷	۳-۳-۱ سیستم های هارکیر توزیع شده.....
۴۳	۴-۱ خلاصه.....

۴۷ معماری ها

۴۸	۱-۲ شبکه های معماری.....
۵۰	۲-۲ معماری های سیستم.....
۵۱	۱-۲-۲ معماری های متمرکز.....
۵۸	۲-۲-۲ معماری های نامتمرکز.....
۶۷	۳-۲-۲ معماری های تلفیقی.....
۷۰	۳-۲ معماری ها در برابر میان افزار.....
۷۰	۱-۳-۲ راه بندها.....
۷۲	۲-۳-۲ روش های عمومی برای نرم افزار وفق پذیر.....
۷۳	۳-۳-۲ بحث.....
۷۴	۴-۲ سیستم های توزیع شده خودگردان.....
۷۵	۱-۴-۲ مدل کنترل بازخورد.....
۷۷	۲-۴-۲ مثال: نظارت سیستم با Astrolabe.....
۷۸	۳-۴-۲ مثال: تمایز استراتژی های تکرار در Globule.....
۸۱	۴-۴-۲ مثال: مدیریت ترمیم خودکار مؤلفه در Jade.....
۸۲	۵-۲ خلاصه.....

۸۶	۱-۳ نخها
۸۶	۱-۱-۳ مقدمه‌ای بر نخها
۹۲	۱-۲-۳ نخها در سیستم‌های توزیع شده
۹۵	۲-۳ مجازی سازی
۹۶	۱-۲-۳ نقش مجازی سازی در سیستم‌های توزیع شده
۹۷	۲-۲-۳ معماری‌های ماشین‌های مجازی
۹۹	۳-۳ مشتری‌ها
۹۹	۱-۳-۳ واسطه‌های کاربر شبکه‌ای
۱۰۴	۲-۳-۳ شفافیت توزیع در نرم افزار طرف مشتری
۱۰۵	۴-۳ سرویس دهنده‌ها
۱۰۵	۱-۴-۳ نکات کلی طراحی
۱۱۰	۲-۴-۳ خوشه‌های سرویس دهنده
۱۱۵	۳-۴-۳ مدیریت خوشه‌های سرویس دهنده
۱۲۱	۵-۳ مهاجرت کُد
۱۲۱	۱-۵-۳ روش‌های مهاجرت کُد
۱۲۵	۲-۵-۳ مهاجرت و منابع محلی
۱۲۸	۳-۵-۳ مهاجرت در سیستم‌های ناهمگن
۱۳۰	۶-۳ خلاصه

ارتباطات ۱۳۳

۱۳۴	۱-۴ مبانی
۱۳۴	۱-۱-۴ پروتکل‌های لایه‌ای
۱۴۲	۲-۱-۴ انواع ارتباطات
۱۴۴	۲-۴ فراخوانی رویه راه دور
۱۴۴	۱-۲-۴ عملیات اصلی RPC
۱۴۸	۲-۲-۴ تبادل پارامتر
۱۵۲	۳-۲-۴ RPC ناهمگام
۱۵۴	۴-۲-۴ مثال: DCE RPC
۱۵۹	۳-۴ ارتباطات پیام‌گرا
۱۶۰	۱-۳-۴ ارتباطات پیام‌گرای گذرا
۱۶۴	۲-۳-۴ ارتباطات پیام‌گرای ماندگار
۱۷۱	۳-۳-۴ مثال: سیستم صف‌بندی پیام Websphere شرکت IBM

۱۷۶	۴-۴ ارتباطات جریان گرا
۱۷۷	۴-۴-۱ پشتیبانی از رسانه‌های پیوسته
۱۷۹	۴-۴-۲ جریان‌ها و کیفیت سرویس
۱۸۲	۴-۴-۳ همگام‌سازی جریان
۱۸۵	۵-۴ ارتباطات چندپخش
۱۸۵	۵-۴-۱ چندپخش سطح کاربرد
۱۸۹	۵-۴-۲ انتشار داده‌ها براساس شایعه
۱۹۴	۶-۴ خلاصه

نام‌گذاری ۱۹۹

۲۰۰	۵-۱ نام‌ها، شناسه‌ها و آدرس‌ها
۲۰۳	۵-۲ نام‌گذاری تخت
۲۰۳	۵-۲-۱ راه‌حل‌های ساده
۲۰۷	۵-۲-۲ روش‌های مبتنی بر مکان‌یابی
۲۰۸	۵-۲-۳ جداول درهم‌سازی توزیع‌شده (DHT)
۲۱۲	۵-۲-۴ روش‌های سلسله‌مراتبی
۲۱۶	۵-۳ نام‌گذاری ساخت‌یافته
۲۱۶	۵-۳-۱ فضاها و نام
۲۱۹	۵-۳-۲ تحلیل نام
۲۲۳	۵-۳-۳ پیاده‌سازی فضای نام
۲۳۰	۵-۳-۴ مثال: سیستم نام دامنه
۲۳۸	۵-۴ نام‌گذاری مبتنی بر مشخصه
۲۳۸	۵-۴-۱ سرویس‌های دایرکتوری
۲۳۹	۵-۴-۲ پیاده‌سازی‌های سلسله‌مراتبی: LDAP
۲۴۳	۵-۴-۳ پیاده‌سازی‌های نام‌متمرکز
۲۴۸	۵-۵ خلاصه

همگام‌سازی ۲۵۳

۲۵۴	۶-۱ همگام‌سازی ساعت
۲۵۵	۶-۱-۱ ساعت‌های فیزیکی
۲۵۹	۶-۱-۲ سیستم تعیین موقعیت جهانی
۲۶۱	۶-۱-۳ الگوریتم‌های همگام‌سازی ساعت
۲۶۷	۶-۲ ساعت‌های منطقی
۲۶۷	۶-۲-۱ ساعت‌های منطقی Lamport

۲۷۱	۲-۲-۶ ساعت‌های برداری
۲۷۵	۳-۶ انحصار متقابل
۲۷۵	۱-۳-۶ بگزش اجمالی
۲۷۶	۲-۳-۶ الگوریتم متمرکز
۲۷۷	۳-۳-۶ الگوریتم غیرمتمرکز
۲۷۹	۴-۳-۶ الگوریتم توزیع شده
۲۸۲	۵-۳-۶ الگوریتم حلقه توکین
۲۸۳	۶-۳-۶ مقایسه چهار الگوریتم انحصار متقابل
۲۸۴	۴-۶ تعیین موقعیت جهانی گره‌ها
۲۸۷	۵-۶ الگوریتم‌های انتخاب
۲۸۸	۱-۵-۶ الگوریتم‌های انتخاب معمولی
۲۹۱	۲-۵-۶ انتخابات در محیط‌های بی‌سیم
۲۹۳	۳-۵-۶ انتخابات در سیستم‌های بزرگ
۲۹۵	۶-۶ خلاصه

۲۹۹ سازگاری و تکرار

۳۰۰	۱-۷ مقدمه
۳۰۰	۱-۱-۷ دلایل تکرار
۳۰۱	۲-۱-۷ تکرار به عنوان تکنیک مقیاس‌پذیری
۳۰۳	۲-۷ مدل‌های سازگاری داده‌محور
۳۰۴	۱-۲-۷ سازگاری پیوسته
۳۰۸	۲-۲-۷ ترتیب سازگاری عملها
۳۱۵	۳-۷ مدل‌های سازگاری مشتری-محور
۳۱۶	۱-۳-۷ سازگاری نهایی
۳۱۸	۲-۳-۷ خواندنی‌های یکنواخت
۳۱۹	۳-۳-۷ نوشتن‌های یکنواخت
۳۲۱	۴-۳-۷ خواندن نوشته‌های تان
۳۲۲	۵-۳-۷ نوشتن‌ها پس از خواندن‌ها
۳۲۳	۴-۷ مدیریت تکرار
۳۲۳	۱-۴-۷ مکان‌یابی سرویس‌دهنده تکرار
۳۲۵	۲-۴-۷ مکان‌یابی و تکرار محتوا
۳۲۹	۳-۴-۷ توزیع محتوا
۳۳۴	۵-۷ پروتکل‌های سازگاری
۳۳۴	۱-۵-۷ سازگاری پیوسته
۳۳۷	۲-۵-۷ پروتکل‌های مبتنی بر نسخه اصلی

۳۴۰	۳-۵-۷ پروتکل‌های نوشتن تکراری
۳۴۲	۴-۵-۷ پروتکل‌های انجام حافظه نهان
۳۴۴	۵-۵-۷ پیاده‌سازی سازگاری مشتری-محور
۳۴۷	۶-۷ خلاصه

۳۵۱ تحمل پذیری نقص

۳۵۲	۱-۸ مقدمه‌ای بر تحمل‌پذیری نقص
۳۵۲	۱-۱-۸ مفاهیم اولیه
۳۵۵	۲-۱-۸ مدل‌های خرابی
۳۵۸	۳-۱-۸ پوشش خرابی با استفاده از افزونگی
۳۶۰	۲-۸ ترمیم‌پذیری گرایند
۳۶۰	۱-۲-۸ مباحث طراحی
۳۶۳	۲-۲-۸ پوشش خرابی و تکرار
۳۶۴	۳-۲-۸ توافق در سیستم‌های دارای نقص
۳۶۸	۴-۲-۸ تشخیص خرابی
۳۶۹	۳-۸ ارتباط قابل اطمینان میان مشتری و سرویس‌دهنده
۳۷۰	۱-۳-۸ ارتباط نقطه-به-نقطه
۳۷۰	۲-۳-۸ مفاهیم RPC در حضور خرابی
۳۷۷	۴-۸ ارتباطات گروهی قابل اطمینان
۳۷۷	۱-۴-۸ روش‌های ساده چندبخشی قابل اطمینان
۳۷۹	۲-۴-۸ مقیاس‌پذیری در چندبخشی مطمئن
۳۸۳	۳-۴-۸ چندبخشی تقسیم‌ناپذیر
۳۹۰	۵-۸ تثبیت توزیع‌شده
۳۹۱	۱-۵-۸ تثبیت دو مرحله‌ای
۳۹۷	۲-۵-۸ تثبیت سه مرحله‌ای
۳۹۹	۶-۸ ترمیم
۳۹۹	۱-۶-۸ مقدمه
۴۰۳	۲-۶-۸ نقطه بازرسی
۴۰۶	۳-۶-۸ ثبت پیام
۴۰۹	۴-۶-۸ محاسبات ترمیم گرا
۴۱۰	۷-۸ خلاصه
۴۱۱	مسائل

۴۱۳ امنیت

۴۱۴	۱-۹ مقدمه‌ای بر امنیت
۴۱۴	۱-۱-۹ تهدیدهای امنیتی، سیاست‌ها و مکانیسم‌ها
۴۲۱	۲-۱-۹ نکات طراحی
۴۲۶	۳-۱-۹ رمز نگاری
۴۳۴	۲-۹ کانال‌های امن
۴۳۵	۱-۲-۹ احراز هویت
۴۴۳	۲-۲-۹ جامعیت پیام و محرمانگی
۴۴۶	۳-۲-۹ ارتباط گروهی امن
۴۵۰	۴-۲-۹ مثال: کربوروس
۴۵۲	۳-۹ کنترل دسترسی
۴۵۳	۱-۳-۹ موضوعات کلی در کنترل دسترسی
۴۵۷	۲-۳-۹ دیوارهای آتش
۴۵۹	۳-۳-۹ کد سیار مطمئن
۴۶۷	۴-۳-۹ عدم پذیرش سرویس
۴۶۸	۴-۹ مدیریت امنیت
۴۶۹	۱-۴-۹ مدیریت کلید
۴۷۳	۲-۴-۹ مدیریت گروه امن
۴۷۵	۳-۴-۹ مدیریت مجوز
۴۸۱	۵-۹ خلاصه
۴۸۲	مسائل

۴۸۵ سیستم‌های توزیع شده مبتنی بر شیء

۴۸۵	۱-۱۰ معماری
۴۸۶	۱-۱-۱۰ اشیاء توزیع شده
۴۸۹	۲-۱-۱۰ مثال EJB (Enterprise java Beans)
۴۹۱	۳-۱-۱۰ مثال: اشیاء مشترک توزیع شده Globe
۴۹۳	۲-۱۰ فرایندها
۴۹۳	۱-۲-۱۰ سرویس دهنده‌های شیء
۴۹۷	۲-۲-۱۰ مثال: سیستم زمان اجرای آپس
۴۹۹	۳-۱۰ ارتباطات
۴۹۹	۱-۳-۱۰ انقیاد مشتری به یک شیء
۵۰۱	۲-۳-۱۰ فراخوانی متد در دور ایستا در مقابل پویا

۵۰۲	۳-۳-۱۰ ارسال پارامتر
۵۰۴	۳-۳-۱۰ مثال: RMI جاوا
۵۰۷	۳-۳-۱۰ پیام‌رسانی مبتنی بر شیء
۵۰۹	۴-۱۰ نام‌گذاری
۵۱۰	۴-۱۰ ارجاعات شیء در CORBA
۵۱۲	۴-۱۰ مرجع‌های شیء در Globe
۵۱۴	۵-۱۰ همگام‌سازی
۵۱۵	۶-۱۰ سازگاری و تکرار
۵۱۶	۶-۱۰ سازگاری درایه
۵۱۹	۶-۱۰ فراخوان‌های تکرارشده
۵۲۱	۷-۱۰ تحمل‌پذیری نقص
۵۲۱	۷-۱۰ مثال: تحمل‌پذیری نقص در CORBA
۵۲۴	۷-۱۰ مثال: تحمل‌پذیری نقص در جاوا
۵۲۵	۸-۱۰ امنیت
۵۲۶	۸-۱۰ مثال: Globe
۵۳۰	۸-۱۰ امنیت برای اشیاء راه دور
۵۳۲	۹-۱۰ خلاصه
۵۳۳	مسائل

سیستم‌های فایل توزیع‌شده ۵۳۵

۵۳۵	۱-۱۱ معماری
۵۳۵	۱-۱۱ معماری‌های مشتری-سرویس‌دهنده
۵۴۰	۲-۱۱ سیستم‌های فایل توزیع‌شده‌ی خوشه‌ای
۵۴۳	۳-۱۱ معماری‌های متقارن
۵۴۶	۲-۱۱ فرایندها
۵۴۷	۳-۱۱ ارتباط
۵۴۷	۳-۱۱ RPCها در NFS
۵۴۸	۲-۳-۱۱ زیر سیستم RPC2
۵۵۰	۳-۳-۱۱ ارتباط فایل در Plan 9
۵۵۱	۴-۱۱ نام‌گذاری
۵۵۱	۴-۱۱ نام‌گذاری در NFS
۵۵۷	۴-۱۱ ایجاد یک فضای نام سراسری
۵۵۹	۵-۱۱ همگام‌سازی
۵۵۹	۵-۱۱ اصول معنایی اشتراک فایل

۵۶۲	۱۱-۵-۲ قفل گذاری فایل
۵۶۴	۱۱-۵-۳ اشتراک گذاری فایل در Coda
۵۶۵	۱۱-۶-۱ سازگاری و تکرار
۵۶۶	۱۱-۶-۱-۱ حافظه نهان در سمت مشتری
۵۷۰	۱۱-۶-۲ تکرار در طرف سرویس دهنده
۵۷۲	۱۱-۶-۳ تکرار در سیستم های فایل همتا به همتا
۵۷۵	۱۱-۶-۴ تکرار فایل در سیستم های توری
۵۷۶	۱۱-۷-۱ تحمل خطا
۵۷۶	۱۱-۷-۱-۱ مدیریت خرابی های بیزانسی
۵۷۸	۱۱-۷-۲ دسترس پذیری بالا در سیستم های همتا به همتا
۵۷۹	۱۱-۸-۱ امنیت
۵۷۹	۱۱-۸-۱-۱ امنیت در NFS
۵۸۳	۱۱-۸-۲ احراز هویت غیر متمرکز
۵۸۵	۱۱-۸-۳ سیستم های اشتراک فایل همتا به همتا ای امن
۵۸۵	۱۱-۹ خلاصه
۵۸۹	مسائل
۵۹۱	سیستم های توزیع شده مبتنی بر وب
۵۹۲	۱۲-۱ معماری
۵۹۲	۱۲-۱-۱ سیستم های مبتنی بر وب سنتی
۵۹۷	۱۲-۱-۲ سرویس های وب
۶۰۰	۱۲-۲ فرایندها
۶۰۱	۱۲-۲-۱ مشتری ها
۶۰۲	۱۲-۲-۲ سرویس دهنده وب آپاچی
۶۰۴	۱۲-۲-۳ خوشه های سرویس دهنده وب
۶۰۷	۱۲-۳ ارتباطات
۶۰۷	۱۲-۳-۱ پروتکل انتقال ابر متن
۶۱۲	۱۲-۳-۲ پروتکل ساده دسترسی به شیء
۶۱۴	۱۲-۴ نام گذاری
۶۱۶	۱۲-۵ همگام سازی
۶۱۷	۱۲-۶ سازگاری و تکرار
۶۱۷	۱۲-۶-۱ ذخیره سازی در حافظه نهان پراکسی وب
۶۲۰	۱۲-۶-۲ تکرار در سیستم های میزبان وب
۶۲۶	۱۲-۶-۳ تکرار برنامه های کاربردی وب

۶۲۹	۷-۱۲ تحمل پذیری نقص
۶۳۱	۸-۱۲ امنیت
۶۳۲	۹-۱۲ خلاصه
۶۳۳	مسائل

سیستم‌های توزیع شده مبتنی بر هماهنگی ۶۳۵

۶۳۵	۱-۱۳ مقدمه‌ای بر مدل‌های هماهنگی
۶۳۷	۲-۱۳ معماری
۶۳۸	۱-۲-۱۳ روش کلی
۶۳۹	۲-۲-۱۳ معماری‌های مبتنی
۶۴۳	۳-۲-۱۳ معماری مبتنا به مبتنا
۶۴۶	۴-۲-۱۳ سیاری و هماهنگی
۶۴۷	۳-۱۳ فرایندها
۶۴۸	۴-۱۳ ارتباطات
۶۴۸	۱-۴-۱۳ مسریایی مبتنی بر محتوا
۶۵۰	۲-۴-۱۳ پشتیبانی از اشتراک‌های مرکب
۶۵۰	۵-۱۳ نام‌گذاری
۶۵۱	۱-۵-۱۳ توصیف رویدادهای مرکب
۶۵۳	۲-۵-۱۳ تطبیق رویدادها و اشتراک‌ها
۶۵۴	۶-۱۳ همگام‌سازی
۶۵۴	۷-۱۳ سازگاری و تکرار
۶۵۴	۱-۷-۱۳ روش‌های ایستا
۶۵۸	۲-۷-۱۳ تکرار پویا
۶۶۰	۸-۱۳ تحمل پذیری نقص
۶۶۰	۱-۸-۱۳ ارتباط انتشار-تقبل قابل اطمینان
۶۶۳	۲-۸-۱۳ تحمل پذیری نقص در فضاهای داده اشتراکی
۶۶۴	۱۹-۱۳ امنیت
۶۶۴	۱-۹-۱۳ محرمانگی
۶۶۷	۲-۹-۱۳ فضاهای داده اشتراکی امن
۶۶۷	۱۰-۱۳ خلاصه
۶۶۸	مسائل