

مبانی شبکه‌های توزیع محتوا

راجکومار بویا

علی اصغر انصاری

احرام صفری

امیر مهدی رضائی

ویراستار: سیمین خسروی افلاک‌فر

نیاز دانش

Buyya, Rajkumar	: بویا، راجکومار، ۱۹۷۰م.	سرشناسه
[ترجمه]	: مبانی شبکه‌های توزیع محتوا / راجکومار بویا، [موکادیم پاتهان، آتنا واکالی]؛ [ترجمه]	عنوان و نام پدیدآور
	: علی اصغر انصاری، احرام صفری، امیرمهدی رضایی.	مشخصات نشر
	: تهران: نیاز دانش، ۱۳۹۴.	مشخصات ظاهری
	: ۲۹۶ ص. مصور، جدول، نمودار.	شابک
	: 978-600-7724-43-9	وضعیت فهرست‌نویسی
	: فیپا	یادداشت
	: عنوان اصلی: Content Delivery Networks, 2008	موضوع
	: شبکه‌های کامپیوتری.	موضوع
	: ارتباط بین شبکه‌ای.	شناسه افزوده
Pathan, Mukaddim	: پاتهان، موکادیم، ۱۹۸۳م.	شناسه افزوده
Vakali, Athena	: واکالی، آتنا، ۱۹۶۳م.	شناسه افزوده
	: انصاری، علی اصغر، ۱۳۴۹، مترجم.	شناسه افزوده
	: صفری، احرام، ۱۳۶۱، مترجم.	شناسه افزوده
	: رضایی، امیرمهدی، ۱۳۶۵، مترجم.	شناسه افزوده
	: ۱۳۹۴ م۲ ب۵/۵/TK۵۱۰۵	رده‌بندی کنگره
	: ۰۰۴/۶	رده‌بندی دیویی
	: ۴۰۶۰۹۲۶	شماره کتابشناسی ملی



نام کتاب	: مبانی شبکه‌های توزیع محتوا
نویسنده	: راجکومار بویا
مترجمین	: علی اصغر انصاری / احرام صفری / امیر مهدی رضایی
ویراستار	: سیمین خسروی افلاکفر
مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ	: حمیدرضا محمد شیرازی - محمد شمس
ناشر	: نیاز دانش
صفحه‌آرا	: واحد تولید انتشارات نیاز دانش
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۹۴
شمارگان	: ۶۰۰ نسخه
قیمت	: ۲۰۰۰۰۰ ریال

ISBN:978-600-7724-43-9

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۷۲۴-۴۳-۹

هرگونه چاپ و تکثیر (اعم از زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری و تهیهی CD) از محتویات این اثر بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است، متخلفان به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

تماس با انتشارات: ۰۹۱۲۷۰۷۳۹۳۵-۰۹۱۲۷۰۸۰۸-۶۶۴۷۸۱۰۶-۶۶۴۷۸۱۰۶-۲۱

www.Niye-Danesh.com

مشاوره جهت نشر: ۲۱۰۶۷۰۹ - ۰۹۱۲

پیش‌گفتار

ظهور وب به‌منظور اشتراک محتوا و خدمات موجب رشد سریع اینترنت شده است. تعداد کاربرانی که به محتوا و خدمات مبتنی بر وب دسترسی می‌یابند نیز به‌صورت نمایی در حال رشد است. این امر باعث نیاز بیشتر به پهنای‌بند اینترنتی و سیستم‌های تحت وب میزبانی‌کننده محتوا و خدمات کاربردی شده است. در نتیجه بسیاری از وبسایت‌ها قادر به مدیریت این نیازها نبوده و نمی‌توانند خدماتشان را به‌نگام ارائه دهند.

برای غلبه بر این محدودیت‌ها، شبکه‌های تحویل یا توزیع محتوا (CDN) ایجاد شده‌اند که می‌توانند با استفاده از زیرساخت و مکانیزم‌های خاص، تحویل محتوا و خدمات را به‌صورت مقیاس‌پذیر انجام داده و تجربه کاربران از وب را بهبود بخشند. کاربردهای CDN در بخش‌های مختلفی نظیر موسسات دانشگاهی، شرکت‌های تبلیغاتی اینترنتی، مراکز داده، ارائه‌دهندگان سرویس اینترنت (ISP)، فروشندگان آنلاین موسیقی، اپراتورهای موبایل، تولیدکنندگان لوازم الکترونیکی خانگی و دیگر شرکت‌های حامل می‌باشد. در کنار رشد، شکل‌گیری و تثبیت حوزه CDN، گونه‌های جدیدی از محتوا و خدمات اینترنتی ایجاد شده‌اند که چالش‌های جدیدی در توزیع و مدیریت محتوا شده است. این موارد باعث ایجاد مسائل جدید در معماری، طراحی و پیاده‌سازی شبکه‌های توزیع محتوا شده‌اند.

در کتاب حاضر که با عنوان مبانی شبکه‌های توزیع محتوا به دست خوانندگان عزیز رسیده است، مفاهیم، اصول، مشخصات، کاربردها، بسترها، نکات طراحی، مدل‌سازی، شبیه‌سازی، روش‌های مهندسی و پیشرفت‌های اخیر شبکه‌های توزیع محتوا ارائه شده است. مفاهیم کتاب بر اساس تحقیقات و پیشرفت‌های علمی و صنعتی نگاشته شده است. در کنار مفاهیم بیان شده در متن کتاب، در انتهای هر فصل رویکردهای تحقیقاتی و فناوری‌های آینده نیز که می‌تواند مبنای نوآوری‌های آتی باشد، ارائه شده است. انتظار می‌رود کتاب حاضر مرجع ارزشمندی برای طیف وسیعی از مخاطبان نظیر معماران سیستم، متخصصین، محققین و دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد و دکترا باشد.

نمای کلی کتاب: این کتاب خوانندگان را قادر می‌سازد که با آگاهی از اصول شبکه‌های توزیع محتوا، فناوری‌های موجود را شناسایی کرده و با مفاهیم، ایده‌ها و اصول مرتبط با این حوزه آشنا شود. بنابراین جنبه‌های مختلف CDN نظیر اصول، فرآیند طراحی، کارکرد، تکنیک‌ها، کارایی، بسترها، کاربردها و نتایج آزمایشی به صورت مرتب ارائه شده‌اند. روش‌های اساسی، نتایج تحقیقاتی و مراجع مناسب برای مطالعات بیشتر نیز در این کتاب به خوانندگان عزیز ارائه شده است. در نقاط مختلف کتاب، مقایسه‌ای بین روش‌های طراحی و توسعه مختلف ارائه شده است تا محقق و متخصصین بتوانند

از این ارزیابی‌های مربوط به CDN در کارهای تحقیقاتی خود استفاده کنند. برای اینکه تمامی خوانندگان با سطوح علمی مختلف بتوانند از مطالب ارائه شده به نحو مناسب استفاده کنند، تمامی منابع به دقت بازبینی و ویرایش شده و ترتیب ارائه مطالب به دقت انتخاب شده است. کتاب حاضر در دو بخش سازماندهی شده است؛ بخش اول: مبانی شبکه‌های توزیع محتوا و بخش دوم: مدل‌سازی و کارایی شبکه‌های توزیع محتوا. مباحث ارائه شده در این کتاب نیز شامل موارد زیر می‌باشد:

- اصول شبکه‌های توزیع محتوا و پیشرفت‌های اخیر در این حوزه
- طبقه‌بندی فناوری‌های شبکه‌های توزیع محتوا
- روش‌های پویا، مقیاس‌پذیر و موثر همانندسازی محتوا
- توزیع و مدیریت محتوا
- استفاده مجتمع از همانندسازی و نهان‌سازی و کارایی این روش
- تغییر مسیر درخواست برای محتوای پویا
- مدل‌سازی اقتصادی شبکه‌های توزیع محتوا
- طرح‌های قیمت‌گذاری و مدل‌های تجاری CDN
- مدل‌سازی ریاضی تخصیص و مدیریت منابع
- کارایی شبکه‌های توزیع محتوا

بخش اول این کتاب بر ایده‌های اساسی، روش‌ها و موارد عملی مربوط به حوزه شبکه‌های توزیع محتوا معطوف شده است. در فصل اول، مقدمه‌ای بر شبکه‌های توزیع محتوا، سیر تحول و پیشرفت‌های اخیر آن‌ها ارائه شده است. این فصل شبکه‌های توزیع محتوا و اصطلاحات رایج مربوط به آن‌ها را معرفی کرده، منحصر به فرد بودن آن را در مقایسه با دیگر روش‌های رایانش توزیعی نشان داده، بینش‌هایی را برای آن‌ها فراهم کرده و نمایی از پیشرفت‌های آتی در این حوزه را ارائه کرده است. از آنجائیکه طیف وسیعی از مطالعات در بخش‌های مختلف شبکه‌های توزیع محتوا نظیر توزیع، همانندسازی، نهان‌سازی و قرارگیری وب سرور انجام گرفته است، در فصل دوم این کتاب طبقه‌بندی کاملی از CDN‌ها ارائه شده است. در فصل سوم، نیاز به روش‌های همانندسازی پویا، مقیاس‌پذیر و مؤثر برای شبکه‌های توزیع محتوا شرح داده شده است. در این فصل الگوریتم‌های پویا و خودسازماندهی شده برای قرارگیری همانندها با در نظر گرفتن QoS مشتری و محدودیت‌های ظرفیت سرور ارائه شده است. در فصل چهارم مسائل مرتبط با تحویل محتوا در CDN پوشش داده شده و تمرکز خاصی بر تحویل محتوای شخصی‌سازی شده و تولید شده به صورت پویا شده است. برای تحلیل و شبیه‌سازی مدل مربوط به طرح‌های نهان‌سازی مختلف و استفاده مجتمع از نهان‌سازی و همانندسازی، در فصل پنجم این کتاب روش‌های طراحی مربوط به این حوزه‌ها ارائه شده و مباحث مختلف مرتبط با نهان‌سازی وب در چارچوب شبیه‌سازی CDN پوشش داده شده است. در فصل ششم روش‌های تغییرمسیر درخواست در CDN‌ها شرح داده شده و روش پیاده‌سازی WARD که به تغییرمسیر محتوای پویا کمک می‌کند ارائه شده است.

بخش دوم این کتاب بر مدل‌سازی اقتصادی و ریاضی CDN‌ها و کارایی آن‌ها متمرکز شده است. در فصل هفتم که مبتنی بر نظریه بازی است، مدل مبتنی بر هزینه برای نمایندگان شرکت کننده در

پوشش CDN ارائه شده است و انگیزه‌های ایجاد لینک در این شبکه‌های تحلیل شده است. در فصل هشتم مباحث اقتصادی بازار تحویل محتوا ارائه شده است و مدلی برای دستیابی به ارزش تولیدکنندگان محتوا از خدمات CDN فراهم شده است که از آن برای بحث در سیاست‌های قیمت‌گذاری استفاده شده است. در فصل نهم این کتاب تأثیر مشکلات مدیریت و تخصیص منابع مختلف را در حوزه CDN بیان شده و به صورت مدل‌های ریاضی فرمول‌بندی شده‌اند. در فصل دهم این کتاب نیز مسیریابی پوشش جهانی استفاده شده توسط Akamai به همراه مزیت‌های کارایی و دسترسی‌پذیری آن ارائه شده است.

کتاب مبانی شبکه‌های توزیع محتوا کتاب ارزشمندی در زمینه شبکه‌های توزیع محتوا و ساز و کارهای مختلف مرتبط با آن‌ها است. این کتاب می‌تواند مرجع مناسبی برای متخصصین این حوزه و دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی رشته‌های مهندسی کامپیوتر، فناوری اطلاعات، فناوری اطلاعات و ارتباطات و همچنین سازمان‌های مرتبط با مباحث توزیع محتوا باشد. مبتنی بر این اهمیت سعی شده است تا کتاب تا حد امکان با بیانی سلیس به زبان فارسی برگردانده شده و در اختیار خوانندگان و مخاطبین علاقمند قرار گیرد. علاوه بر این سعی انجام شده در بهینه بودن ترجمه کتاب، کماکان ممکن است نقایصی در آن وجود داشته باشد و یا اینکه ممکن است در برخی موارد، ترجمه جایگزینی که مخاطب مد نظر دارد از ترجمه ارائه شده، در تفهیم مطالب کارا تر باشد. لذا خواهشمندیم نقطه نظرات ارزشمند خود را پیرامون این کتاب به آدرس پست الکترونیکی زیر ارسال نمایید.

amehdirezaei@gmail.com

با تشکر از تمامی شما هموطنان عزیز

فهرست مطالب

فصل ۱ شبکه‌های تحویل محتوا.....	۱۷
۱-۱ مقدمه.....	۱۷
۲-۱ نمای کلی.....	۱۸
۱-۲-۱ واژه‌شناسی.....	۱۹
۲-۲-۱ اجزای CDN.....	۲۰
۳-۱ پیش‌زمینه و سیستم‌های مربوطه.....	۲۳
۱-۳-۱ تحول CDN ها.....	۲۳
۲-۳-۱ سیستم‌های مربوطه.....	۲۵
۱-۲-۳-۱ توری‌های داده.....	۲۶
۲-۲-۳-۱ پایگاه‌های داده توزیعی.....	۲۷
۳-۲-۳-۱ شبکه‌های P2P.....	۲۸
۴-۱ بینش‌هایی برای CDN ها.....	۲۸
۱-۴-۱ مقیاس‌پذیری.....	۲۹
۲-۴-۱ امنیت.....	۲۹
۳-۴-۱ قابلیت اطمینان، پاسخگویی و کارایی.....	۲۹
۵-۱ شبکه‌های تحویل محتوای موجود: آخرین فناوری.....	۳۰
۱-۵-۱ شبکه‌های تحویل محتوای تجاری.....	۳۰
۱-۱-۵-۱ Akamai.....	۳۱
۲-۱-۵-۱ EdgeStream.....	۳۳
۳-۱-۵-۱ LimeLight شبکه‌های.....	۳۴
۴-۱-۵-۱ Mirror Image.....	۳۵

۳۶	۲-۵-۱ شبکه‌های تحویل محتوای علمی.....
۳۷	CoDeeN ۱-۲-۵-۱.....
۳۸	Coral ۲-۲-۵-۱.....
۳۹	Globule ۳-۲-۵-۱.....
۴۰	۶-۱ تفکرات نظری برای متخصصین.....
۴۰	۱-۶-۱ شبکه محتوای متحد.....
۴۱	۲-۶-۱ محتوای پویا.....
۴۱	۳-۶-۱ خدمات وب.....
۴۲	۴-۶-۱ معماری سرویسگرا.....
۴۲	۷-۱ جهت‌های تحقیقاتی آینده.....
۴۲	۱-۷-۱ موازنه بار و همانندسازی محتوا در حوزه مشارکتی.....
۴۳	۲-۷-۱ توسعه مکانیزم‌های بازار.....
۴۳	۳-۷-۱ CDN تطبیقی برای جریان رسانه.....
۴۳	۴-۷-۱ شبکه توزیع محتوای سیار پویا.....
۴۴	۵-۷-۱ توزیع محتوا از طریق ارتباط شبکه/نظیرسازی/مبادله.....
۴۴	۸-۱ نتیجه‌گیری.....
۴۴	مراجع.....

۴۹	فصل ۲ طبقه‌بندی شبکه‌های تحویل محتوا.....
۴۹	۱-۲ مقدمه.....
۵۰	۱-۱-۲ انگیزه‌ها و حوزه عملکرد.....
۵۱	۲-۱-۲ سازماندهی فصل.....
۵۲	۲-۲ طبقه‌بندی.....
۵۲	۱-۲-۲ ترکیب CDN.....
۵۲	۱-۱-۲-۲ سازماندهی CDN.....
۵۳	۲-۱-۲-۲ سرورها.....
۵۴	۳-۱-۲-۲ ارتباطات.....
۵۵	۴-۱-۲-۲ پروتکل‌های کارکرد متقابل.....
۵۹	۵-۱-۲-۲ انواع محتوا/خدمات.....

۶۰	..... ۲-۲-۲ توزیع و مدیریت محتوا
۶۰	..... ۱-۲-۲-۲ انتخاب و تحویل محتوا
۶۲	..... ۲-۲-۲-۲ قرار گرفتن جانشین
۶۵	..... ۳-۲-۲-۲ برونیسپاری محتوا
۶۶	..... ۴-۲-۲-۲ سازماندهی و مدیریت حافظهٔ نهان
۷۰	..... ۳-۲-۲ مسیریابی درخواست
۷۱	..... ۱-۳-۲-۲ الگوریتم‌های مسیریابی درخواست
۷۴	..... ۲-۳-۲-۲ مکانیزم‌های مسیریابی درخواست
۷۷	..... ۴-۲-۲ اندازه‌گیری کارایی
۷۸	..... ۱-۴-۲-۲ اندازه‌گیری داخلی
۷۹	..... ۲-۴-۲-۲ اندازه‌گیری خارجی
۷۹	..... ۳-۴-۲-۲ اکتساب آمار شبکه برای اندازه‌گیری کارایی
۸۱	..... ۴-۴-۲-۲ اندازه‌گیری کارایی با شبیه‌سازی
۸۱	..... ۳-۲ نسبت دادن طبقه‌بندی به CDN‌های نمونه
۸۱	..... ۱-۳-۲ نگاشت طبقه‌بندی ترکیب CDN
۸۲	..... ۲-۳-۲ نگاشت طبقه‌بندی توزیع و مدیریت محتوا
۸۶	..... ۳-۳-۲ نگاشت طبقه‌بندی مسیریابی-درخواست
۸۷	..... ۴-۳-۲ نگاشت طبقه‌بندی اندازه‌گیری کارایی
۸۸	..... ۴-۲ بحث
۸۹	..... ۵-۲ خلاصه و نتیجه‌گیری
۹۰	..... مراجع

فصل ۳ روش‌های همانندسازی دادهٔ پویا، مقیاس‌پذیر و مؤثر

۹۷	..... ۱-۳ مقدمه
۹۹	..... ۲-۳ کارهای پیشین
۹۹	..... ۱-۲-۳ نهان‌سازی وب
۱۰۱	..... ۲-۲-۳ شبکه‌های تحویل محتوای مبتنی بر کشش غیرمشارکتی
۱۰۲	..... ۳-۲-۳ شبکه‌های توزیع محتوای مبتنی بر فشار مشارکتی
۱۰۴	..... ۴-۲-۳ سیستم‌های مکان‌شیء

۱۰۴.....	۱-۴-۲-۳ خدمات دایرکتوری متمرکز و همانندشده
۱۰۵.....	۲-۴-۲-۳ خدمات دایرکتوری توزیعی: زیرساختار Tapestry
۱۰۶.....	۵-۲-۳ چندپخشی برای انتشار به روزرسانی.....
۱۰۶.....	۶-۲-۳ خلاصه
۱۰۷.....	۳-۳ فرمول بندی مسئله قرارگیری همانند
۱۰۸.....	۴-۳ الگوریتم های قرارگیری همانند
۱۰۸.....	۱-۴-۳ اهداف قرارگیری همانند
۱۰۹.....	۲-۴-۳ قرارگیری پویا
۱۱۰.....	۱-۲-۴-۳ روش های پویا
۱۱۱.....	۲-۲-۴-۳ مقایسه های ایستا
۱۱۲.....	۳-۴-۳ مدیریت حالت نرم درخت
۱۱۳.....	۵-۳ شناخت روش ارزیابی
۱۱۳.....	۱-۵-۳ معیارها
۱۱۳.....	۲-۵-۳ نصب سیستم
۱۱۴.....	۳-۵-۳ بارکاری
۱۱۴.....	۶-۳ نتایج ارزیابی
۱۱۵.....	۱-۶-۳ نتایج بارکاری مصنوعی
۱۱۵.....	۱-۱-۶-۳ مقایسه بین راهکارها
۱۱۷.....	۲-۱-۶-۳ مقایسه با یک CDN
۱۱۷.....	۳-۱-۶-۳ اثربخشی موازنه بار توزیعی
۱۱۸.....	۴-۱-۶-۳ حساسیت کارایی به نسبت مشتری/سرور
۱۱۸.....	۵-۱-۶-۳ حساسیت کارایی به چگالی سرور
۱۱۹.....	۲-۶-۳ نتایج برای بارهای کاری ردیابی شده
۱۲۰.....	۳-۶-۳ بحث
۱۲۰.....	۷-۳ نتیجه گیری
۱۲۱.....	مراجع
۱۲۵.....	فصل ۴ تحویل و مدیریت محتوا
۱۲۵.....	۱-۴ مقدمه

۱۲۶.....	۲-۴ سیستم‌های تحویل محتوای وب
۱۲۶.....	۱-۲-۴ لایه‌های منطقی یک سیستم وب.....
۱۲۹.....	۲-۲-۴ معماری ساده شده شبکه توزیع محتوا
۱۳۰.....	۳-۲-۴ تسریع تولید و تحویل محتوا.....
۱۳۱.....	۳-۴ همانندسازی لایه پیشرو.....
۱۳۴.....	۴-۴ همانندسازی لایه کاربرد.....
۱۳۷.....	۵-۴ همانندسازی لایه پشتیبان.....
۱۳۷.....	۱-۵-۴ نهم‌سازی ناآگاه از محتوا.....
۱۳۹.....	۲-۵-۴ نهم‌سازی آگاه از محتوا.....
۱۴۰.....	۳-۵-۴ همانندسازی کامل پایگاه داده.....
۱۴۱.....	۶-۴ همانندسازی لایه پروفایل کاربر.....
۱۴۴.....	۷-۴ نتیجه‌گیری و مسائل باز.....
۱۴۴.....	مراجع.....

فصل ۵ روش‌های نهم‌سازی در چارچوب‌های شبیه‌سازی CDN..... ۱۴۹

۱۴۹.....	۱-۵ مقدمه.....
۱۵۱.....	۲-۵ تحویل محتوا روی وب.....
۱۵۱.....	۱-۲-۵ سرورهای پروکسی.....
۱۵۲.....	۲-۲-۵ شبکه‌های تحویل محتوا.....
۱۵۲.....	۳-۵ روش‌های نهم‌سازی داده وب نوظهور در CDNها.....
۱۵۳.....	۱-۳-۵ نهم‌سازی در CDNها.....
۱۵۷.....	۲-۳-۵ نهم‌سازی محتوای پویا.....
۱۵۸.....	۳-۳-۵ مکانیزم‌های سازگاری حافظه نهم.....
۱۶۱.....	۴-۵ روش‌های نهم‌سازی در CDNsim.....
۱۶۱.....	۱-۴-۵ نیاز به محیط‌های شبیه‌سازی CDN.....
۱۶۱.....	۲-۴-۵ نیازمندی‌های چارچوب نهم‌سازی CDNsim.....
۱۶۳.....	۳-۴-۵ معماری حافظه نهم CDNsim.....
۱۶۵.....	۴-۴-۵ ملاحظات پیاده‌سازی.....
۱۶۷.....	۵-۴-۵ بیان نتایج آزمایش.....

۱۷۱.....	۵-۵ اندیشه‌های آینده‌نگرانه برای متخصصین.....
۱۷۳.....	۵-۶ نتیجه‌گیری.....
۱۷۴.....	مراجع.....
۱۷۷.....	فصل ۶ تغییرمسیر درخواست برای تحویل محتوا.....
۱۷۷.....	۶-۱ مقدمه.....
۱۸۰.....	۶-۲ کارهای مرتبط.....
۱۸۲.....	۶-۳ پیش‌زمینه.....
۱۸۲.....	۶-۳-۱ معماری خوشه.....
۱۸۳.....	۶-۳-۲ تئوری صف.....
۱۸۴.....	۶-۴ معماری و الگوریتم تغییرمسیر.....
۱۸۴.....	۶-۴-۱ WARD.....
۱۸۵.....	۶-۴-۲ الگوریتم تغییرمسیر.....
۱۸۶.....	۶-۵ مدل کارایی.....
۱۸۸.....	۶-۶ نتایج عددی.....
۱۸۸.....	۶-۶-۱ نمونه‌ای برای تغییرمسیر سطح-وسیع.....
۱۸۹.....	۶-۶-۲ حساسیت به خطاهای اندازه‌گیری.....
۱۹۲.....	۶-۷ پیاده‌سازی و آزمایش‌های بستر آزمایشی.....
۱۹۲.....	۶-۷-۱ توزیع کننده پایگاه داده.....
۱۹۳.....	۶-۷-۲ الگوریتم‌های تغییرمسیر.....
۱۹۳.....	۶-۷-۳ بارکاری TPC-W.....
۱۹۴.....	۶-۷-۴ آزمایش‌ها.....
۱۹۴.....	۶-۷-۴-۱ اندازه‌گیری آفلاین مشخصات زمان پاسخ پرس و جو.....
۱۹۵.....	۶-۷-۴-۲ بهره‌های کارایی WARD.....
۱۹۷.....	۶-۷-۴-۳ اعتبارسنجی مدل و سیاست‌های تغییرمسیر.....
۱۹۸.....	۶-۸ اندیشه‌های آینده‌نگرانه برای متخصصین.....
۱۹۹.....	۶-۹ جهت‌های تحقیقاتی آینده.....
۱۹۹.....	۶-۱۰ نتیجه‌گیری.....
۲۰۰.....	مراجع.....

۲۰۳	فصل ۷ طراحی اقتصادی شبکه‌های تحویل محتوا.....
۲۰۳	۱-۷ مقدمه.....
۲۰۵	۲-۷ پیش‌زمینه و کارهای مرتبط.....
۲۰۶	۱-۲-۷ پیش‌زمینه نظریه بازی.....
۲۰۸	۲-۲-۷ کاربردهای مرتبط نظریه بازی در مسائل شبکه.....
۲۰۹	۳-۷ مدل‌سازی هزینه و سود در CDNها.....
۲۱۳	۴-۷ بهینه اجتماعی و تعادل نش.....
۲۱۴	۱-۴-۷ مش کامل.....
۲۱۵	۲-۴-۷ شبکه ستاره‌ای.....
۲۱۶	۳-۴-۷ تعادل نش.....
۲۱۷	۴-۴-۷ تفسیر.....
۲۱۸	۵-۷ تحلیل ساختارهای موجود.....
۲۱۸	۱-۵-۷ گراف‌های Brijin.....
۲۲۰	۲-۵-۷ توری D-بعدی.....
۲۲۱	۳-۵-۷ درخت‌های PRR.....
۲۲۲	۴-۵-۷ حلقه‌های Chord.....
۲۲۲	۵-۵-۷ بحث.....
۲۲۳	۶-۷ ارزیابی عددی.....
۲۲۷	۷-۷ اندیشه‌های آینده‌نگرانه برای متخصصین.....
۲۲۹	۸-۷ جهت‌های تحقیقاتی آینده.....
۲۳۰	۹-۷ نتیجه‌گیری.....
۲۳۰	مراجع.....
۲۳۳	فصل ۸ قیمت‌گذاری در شبکه‌های توزیع محتوا.....
۲۳۳	۱-۸ مقدمه.....
۲۳۴	۲-۸ مدل‌های قیمت‌گذاری متداول در صنعت.....
۲۳۴	۱-۲-۸ قیمت‌گذاری بر مبنای استفاده جمعی.....
۲۳۴	۲-۲-۸ قیمت‌گذاری مبتنی بر صدک.....

۲۳۵.....	۳-۸ پیش‌زمینه و کارهای مرتبط.....
۲۳۵.....	۱-۳-۸ قیمت‌گذاری ازدحام در شبکه‌ها.....
۲۳۶.....	۲-۳-۸ اقتصاد توزیع محتوا.....
۲۳۶.....	۴-۸ مدل‌های قیمت‌گذاری CDN.....
۲۳۷.....	۱-۴-۸ تأمین شخصی توسط تولیدکننده محتوا.....
۲۳۸.....	۲-۴-۸ تأمین از طریق یک CDN.....
۲۳۹.....	۳-۴-۸ تابع سود CDN.....
۲۴۰.....	۴-۴-۸ قیمت‌گذاری بهینه برای ترافیک پواسن و ناگهانی.....
۲۴۱.....	۱-۴-۸ قیمت‌گذاری بهینه در ترافیک پواسن شامل تخفیف‌های حجمی.....
۲۴۲.....	۲-۴-۸ بالا بودن قیمت‌های بهینه در ترافیک قطاری.....
۲۴۲.....	۳-۴-۸ قیمت‌گذاری مبتنی بر کارکرد برای ترافیک قطاری موثر نیست.....
۲۴۳.....	۴-۴-۸ قیمت‌گذاری مبتنی بر صدک برای CDNها سودمندتر است.....
۲۴۵.....	۵-۸ اندیشه‌های آینده‌نگرانه برای متخصصین.....
۲۴۵.....	۶-۸ جهات تحقیقاتی آتی.....
۲۴۶.....	۷-۸ نتیجه‌گیری.....
۲۴۷.....	مراجع.....

فصل ۹ مدل‌های ریاضی مدیریت و تخصیص منابع در CDNها..... ۲۴۹

۲۴۹.....	۱-۹ مقدمه.....
۲۴۹.....	۲-۹ کارهای مرتبط.....
۲۵۰.....	۱-۲-۹ مسائل اساسی.....
۲۵۲.....	۲-۲-۹ مسائل مجتمع.....
۲۵۷.....	۳-۹ الگوریتم‌های حل.....
۲۵۷.....	۱-۳-۹ تجزیه Bender.....
۲۶۰.....	۲-۳-۹ آزادسازی و تجزیه لاگرانژی.....
۲۶۳.....	۳-۳-۹ الگوریتم‌های ابتکاری.....
۲۶۳.....	۴-۹ مدل‌های جدید برای معماری‌های CDN جایگزین.....
۲۶۵.....	۱-۴-۹ بازیابی شیء از چندین سرور.....
۲۶۸.....	۲-۴-۹ قابلیت بقا در طراحی CDN.....

۲۷۰.....	۵-۹ نتایج عملکرد.....
۲۷۱.....	۶-۹ اندیشه‌های آینده‌نگرانه برای متخصصین.....
۲۷۲.....	۷-۹ جهت‌های تحقیقاتی آینده.....
۲۷۲.....	۸-۹ نتیجه‌گیری.....
۲۷۳.....	مراجع.....
۲۷۵.....	فصل ۱۰ مزایای کارایی و دسترسی‌پذیری در مسیریابی پوشش جهانی.....
۲۷۵.....	۱-۱۰ مقدمه.....
۲۷۵.....	۱-۱-۱۰ معماری شبکه‌های تحویل محتوا.....
۲۷۸.....	۲-۱-۱۰ سیستم‌های انتقال.....
۲۷۸.....	۱-۲-۱-۱۰ جریان زنده.....
۲۷۹.....	۲-۲-۱-۱۰ کاربردهای وب و آنلاین.....
۲۸۰.....	۳-۲-۱-۱۰ طرح‌های مسیریابی پوششی.....
۲۸۰.....	۳-۱-۱۰ کارهای ما.....
۲۸۱.....	۴-۱-۱۰ نقشه راه.....
۲۸۲.....	۲-۱-۱۰ کارهای مرتبط.....
۲۸۳.....	۳-۱-۱۰ راه‌اندازی آزمایش.....
۲۸۳.....	۱-۳-۱۰ بستر اندازه‌گیری.....
۲۸۴.....	۲-۳-۱۰ جمع‌آوری داده برای کارایی و دسترسی‌پذیری.....
۲۸۴.....	۳-۳-۱۰ ارزیابی.....
۲۸۵.....	۴-۱-۱۰ مزایای کارایی مسیریابی پوششی.....
۲۸۶.....	۱-۴-۱۰ زوج‌های منبع-مقصد با اتصال ضعیف.....
۲۸۸.....	۵-۱-۱۰ بهره‌های دسترسی‌پذیری پوشش‌ها.....
۲۸۹.....	۱-۵-۱۰ زوج‌های منبع-مقصد با اتصال ضعیف.....
۲۹۰.....	۶-۱-۱۰ دستیابی به منافع در یک طراحی عملی.....
۲۹۰.....	۱-۶-۱۰ پایداری مسیرهای بهینه.....
۲۹۲.....	۲-۶-۱۰ بهره‌های کارایی پوشش پیش‌گویانه.....
۲۹۴.....	۳-۶-۱۰ ماندگاری (ثبات).....
۲۹۴.....	۷-۱-۱۰ جهت‌های تحقیقاتی آینده.....
۲۹۴.....	مراجع.....

