

مفاهیم سیستم با نگاه داده‌ها

ابراهیم سیدرشاتس، هنری اف. کورت، اس. سودارشان

ترجمه:

دکتر مائده عاشوری تلوکی

دکتر محمدعلی نعمت‌بخش

دانشگاه اصفهان

پائیز ۱۳۹۵

- سرشناسه : سیلبرشاتس، آبراهام
Silberschatz, Abraham
مفاهیم سیستم پایگاه داده‌ها / [آبراهام سیلبرشاتس، هنری اف. کورت، اس. سودارشان]:
ترجمه مائده عاشوری تلوکی، محمدعلی نعمت‌بخش.
اصفهان: دانشگاه اصفهان، ۱۳۹۵.
۵۷۷۴ص: مصور، جدول، نمودار.
انتشارات دانشگاه اصفهان؛ ۶۵۳
۲-۱۱۸-۱۱۰-۶۰۰-۹۷۸ : شابک
ت فهرست نویسی : فیبا
یادداشت : عنوان اصلی: Database System Concepts, 6th ed, c2011
یادداشت : کتاب حاضر در سال‌های مختلف توسط ناشران متفاوت منتشر شده است.
موضوع : پایگاه‌های اطلاعاتی -- مدیریت
موضوع : Database Management
شناسه افزوده : کورت، هنری اف.
Kort, Henry F
شناسه افزوده : سودارشان، اس.
Sudarshan, S
شناسه افزوده : آشوری، وکی ماه، ۱۳۶۰- مترجم
شناسه افزوده : نعمت‌بخش، محمدعلی، ۱۳۳۸- مترجم
شناسه افزوده : دانشگاه اصفهان
شناسه افزوده : UI.ac.ir of Isfahan
۱۳۹۵ ۸۷۵۳ / QA / س
۰۰۵/۷۴ : رده بندی دیویی
۴۳۰۴۹۳۳ : رده کتابشناسی ملی



انتشارات دانشگاه اصفهان

نویان کتاب: مفاهیم سیستم پایگاه داده‌ها
ترجم: دکتر مائده عاشوری تلوکی، دکتر محمدعلی نعمت‌بخش
شر: دانشگاه اصفهان
وبیت چاپ: چاپ اول - پائیز ۱۳۹۵
سمارگان: ۱۰۰۰ جلد
ناب و صحافی: چاپخانه دانشگاه اصفهان
یمت: ۲۰۰/۰۰۰ ریال
لیه حقوق نشر برای ناشر محفوظ است

راکز فروش کتاب:

صفهان: میدان آزادی - خیابان دانشگاه - فروشگاه کتاب دانشگاه اصفهان
لفن: ۳۷۹۳۲۱۷۷ - ۰۳۱
هران: میدان انقلاب - خیابان نصرت - خیابان دکتر قریب، نرسیده به خیابان فرصت - پلاک ۷
ؤسسه کتابیران، مرکز پخش کتاب‌های دانشگاهی - تلفن: ۱۵ - ۶۶۵۶۶۵۱۰ - ۰۲۱

پیشگفتار مترجمان.....	ط
پیشگفتار.....	ی
فصل اول: مقدمه.....	۱
۱-۱ برنامه‌های کاربردی سیستم‌های پایگاه داده.....	۲
۲-۱ هدف سیستم‌های پایگاه داده.....	۴
۱-۳ دید داده.....	۹
۴-۱ زبان‌های پایگاه داده.....	۱۴
۵-۱ پایگاه داده‌های رابطه‌ای.....	۱۸
۶-۱ طراحی پایگاه داده.....	۲۳
۷-۱ ذخیره‌سازی داده و پرس‌وجو.....	۳۰

۳۳	مدیریت تراکنش
۳۵	معماری پایگاه داده
۳۷	داده کاوی و بازیابی اطلاعات
۳۹	پایگاه داده‌های خاص
۴۱	کاربران و مدیران پایگاه داده
۴۳	تاریخچه سیستم‌های پایگاه داده
۴۷	خلاصه
۴۹	بین
۵۱	بین
۵۳	دوم: مقدمه‌ای بر مدل رابطه‌ای
۵۳	ساختار پایگاه داده رابطه‌ای
۵۷	شمای (طرح کلی) پایگاه داده
۶۰	کلیدها
۶۴	نمودارهای شمای
۶۵	زبان پرس و جوی رابطه‌ای

۶-۲ عملگرهای رابطه‌ای	۶
۷-۲ خلاصه	۷
عناوین	۲
تمرین	۳
فصل سوم: معرفی SQL	۷۷
۱-۳ معرفی بر زبان پرس‌وجوی SQL	۷۷
۲-۳ تعریف داده‌ها SQL	۷۹
۳-۳ ساختار پایه‌ای پرس‌وجوی SQL	۸۶
۴-۳ دیگر عملگرهای پایه‌ای	۱۰۰
۵-۳ عملگرهای مجموعه‌ای	۱۰۷
۶-۳ مقدار تهی	۱۱۳
۷-۳ توابع تجمعی	۱۱۵
۸-۳ زیر پرس‌وجوهای تودرتو	۱۲۲
۹-۳ تغییرات در پایگاه داده	۱۳۴
۱۰-۳ خلاصه	۱۴۱

۱۴۲ بین

۱۴۳ بین

۱۵۳ چهارم: SQL در سطح میانی

۱۵۳ عبارت‌های پیوند

۱۶۳ دیدها

۱۷۱ تراکنش‌ها

۱۷۳ قید جامعیت

۱۸۳ انواع داده SQL و شماها

۱۹۴ مجوزها

۲۰۵ صه

۲۰۶ بین

۲۰۸ بین

۲۱۵ پنجم: SQL پیشرفته

۲۱۵ دسترسی به SQL از یک زبان برنامه نویسی

۲۳۸ توابع و رویه‌ها

۴۸	۳-۵ راه اندازها
۵۸	۴-۵ پرس وجوهای بازگشتی
۶۵	۵-۵ ویژگی های پیشرفته تجمع
۷۱	۶-۵ OLAP
۸۸	۷-۵ خلاصه
۹۸	عناوین
۹۱	تمرین
۹۹	فصل ششم: زبان های پرس و جوی رابطه ای رسمی
۹۹	۱-۶ جبر رابطه ای
۲۲۷	۲-۶ حساب رابطه ای تایل
۳۳۴	۳-۶ حساب رابطه ای دامنه
۳۳۹	خلاصه
۳۴۰	عناوین
۳۴۱	تمرین
۳۵۱	فصل هفتم: طراحی پایگاه داده و مدل موجودیت-رابطه

۳۵۳	نمای کلی فرآیند طراحی
۳۵۷	مدل موجودیت-رابطه
۳۶۷	قیدها
۳۷۱	حذف ویژگی‌های تکراری در مجموعه موجودیت‌ها
۳۷۵	نمودارهای موجودیت-رابطه
۳۸۵	کاهش دادن شماهای رابطهای
۳۹۵	طراحی موجودیت-رابطه
۴۰۲	مدل E-R گسترش یافته
۴۱۴	سایر نمادها برای مدل داده
۴۲۱	۱ سایر جوانب طراحی پایگاه داده
۴۲۷	۱ خلاصه
۴۲۷	۱
۴۳۰	۱
۴۳۷	هشتم: طراحی پایگاه داده رابطه‌ای
۴۳۹	طراحی رابطه‌ای خوب

۴۴۴	۲-۸ دامنه‌های تجزیه ناپذیر (اتمی) و اولین فرم نرمال
۴۴۶	۳-۸ تجزیه با استفاده از وابستگی‌های تابعی
۴۵۸	۴-۸ نظریه وابستگی تابعی
۴۷۳	۵-۸ الگوریتم‌های تجزیه
۴۸۲	۶-۸ تجزیه با استفاده از وابستگی‌های چندمقداری
۴۸۹	۷-۸ سایر شکل‌های نرمال
۴۸۹	۸-۸ فرآیند راحی پیکاه‌داده
۴۹۴	۹-۸ مدل کردن داده‌های مانعی
۴۹۷	۱۰-۸ خلاصه
۴۹۸	عناوین
۵۰۰	تمرین
۵۰۵	منابع
۵۳۹	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

اصول طراحی پایگاه داده‌ها یکی از دروس اصلی رشته‌های مهندسی کامپیوتر و گرایش‌های وابسته به آن است که در مقام تحصیلی مختلف و با سرفصل‌های متنوع تدریس می‌شود. یکی از مهم‌ترین مراجع این درس در دانشگاه‌های دنیا کتاب مفاهیم سیستم پایگاه داده‌ها نوشته سیلبرشاتس و همکارانش است. این کتاب مفاهیم کلیدی و اساسی مدیریت پایگاه داده‌ها را به زبانی ساده و به‌طور شهودی با استفاده از مثال‌های ملموس که بسیاری از آنها بر اساس مثال دانشگاه است بیان کرده و به دانشجویان و خوانندگان تازه‌ای دهد به سرعت و به آسانی با پایگاه داده‌ها کار کنند.

هشت فصل اول این کتاب مطابق با سرفصل دروس اصول طراحی پایگاه داده‌ها در مقطع کارشناسی است و برای اولین درس پایگاه داده‌ها کاملاً مناسب است. در این فصل‌ها مدل داده رابطه‌ای، مفاهیم اساسی پایگاه داده‌های رابطه‌ای، زبان SQL، معدن‌های معروفترین زبان پایگاه داده رابطه‌ای، زبان‌های پرس‌وجوی رابطه‌ای رسمی، طراحی پایگاه داده‌ای، رابطه‌ای و نرمال‌سازی پایگاه داده‌ها پوشش داده می‌شود. بنابراین کتابی که پیش رو دارید، مجموعه هشت فصل اول ویرایش ششم کتاب سیلبرشاتس و همکاران است که مخاطب آن، دانشجویان دوره کارشناسی رشته‌های کامپیوتر شامل نرم‌افزار، فناوری اطلاعات، و علوم کامپیوتر و نیز مهندسان شاغل در صنعت می‌باشند.

در پایان لازم است از همکاری و زحمات خانم کاظمی که ویراستاری کتاب را بر عهده داشتند و از آقای میثم عودسوزان که طراحی جلد کتاب را بر عهده داشتند و خانم ساریک غازیان و دانشجویان گرامی دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه اصفهان که قبل از اولین چاپ، کمک شایانی در رفع ابهامات و اشکالات این ویرایش نمودند، تشکر نماییم. همچنین از مدیریت محترم گروه‌های مهندسی نرم‌افزار و مهندسی فناوری اطلاعات و رئیس محترم دانشکده مهندسی کامپیوتر و انتشارات دانشگاه اصفهان و کلیه داورانی که در ارتقاء کیفیت این کتاب همکاری داشته‌اند، به‌طور ویژه تشکر می‌نماییم.

کلام آخر اینکه، کتاب حاضر اولین ویرایش از ترجمه کتاب مفاهیم سیستم پایگاه داده‌ها است و مترجمان تمامی تلاش خود را برای ارائه ترجمه‌ای روان، صحیح و خالی از اشکال به کار بسته‌اند. امید است با راهنمایی‌ها و انتقادهای سازنده شما خوانندگان گرامی، ویرایش‌های بعدی کتاب بهتر و روان‌تر نوشته شود.

دکتر مائده عاشوری تلوکی

دکتر محمدعلی نعمت‌بخش

تابستان ۱۳۹۵

امروزه، پایگاه‌های داده از یک برنامه کامپیوتری خاص تبدیل به یک مولفه اصلی از محیط‌های محاسباتی جدید شده‌اند. در نتیجه دانش پایگاه داده‌ای بخش اصلی آموزش و تحصیلات علوم کامپیوتر است. در این کتاب، مفاهیم اساسی مدیریت پایگاه داده‌ها ارائه می‌شود. این مفاهیم شامل طراحی پایگاه داده، زبان‌های پایگاه داده و پیاده‌سازی سیستم‌های پایگاه داده است.

این کتاب به عنوان اولین درس پایگاه داده در مقطع لیسانس آماده شده است. علاوه بر مفاهیم ابتدایی، این کتاب شامل مفاهیم پیشرفته تر نیز هست که می‌تواند به صورت کمک درسی یا به عنوان مطالب مقدماتی برای دروس پیشرفته تر استفاده شود.

ما یک آشنایی مقدماتی با مفاهیم ساختمان داده، سازمان کامپیوتر و یک زبان سطح برنامه‌نویسی سطح بالا مانند جاوا، سی و پاسکال را فراهم می‌کنیم. مفاهیم به صورت توضیحات شهودی ارائه شده‌اند و بسیاری از آنها بر اساس مثال دانشمند است. مفاهیم تئوری مهم پوشش داده شده‌اند ولی اثبات‌های رسمی حذف شده‌اند؛ به جای آن، با ارائه شکرهای مثال‌هایی نشان داده شده است که نتایج صحیح است. توضیحات و اثبات‌های رسمی مطالب تئوری در مقالات تحقیقاتی و کتاب‌های پیشرفته ارائه شده که در قسمت منابع به آنها ارجاع داده شده است.

مفاهیم اصلی و الگوریتم‌های ارائه شده در کتاب، برگرفته از سیستم‌های موجود پایگاه داده تجاری و تجربی است. هدف، ارائه مفاهیم و الگوریتم‌ها در یک ساختار کلی و بدون اشاره به پایگاه داده‌ای خاص است. جزئیات سیستم‌های پایگاه داده‌های خاص در بخش ۹ کتاب آورده شده است.

در ویرایش ششم کتاب مفاهیم پایگاه داده‌ها، سبک کلی نسخه‌های قبلی کتاب حفظ شده است، در عین حال ساختار و مطالب کتاب برای انعکاس رشد تدریجی شیوه طراحی، مدیریت و استفاده از پایگاه داده‌ها تغییر یافته است. به علاوه جهت گیری تدریس درس پایگاه داده‌ها نیز در این کتاب در نظر گرفته شده است.

ساختار کتاب

مطالب کتاب در ۱ بخش اصلی و ۵ پیوست سازمان دهی شده است.

- **مرور (فصل ۱):** فصل اول یک معرفی کلی از سیستم‌های پایگاه داده ارائه می‌کند. چگونگی رشد سیستم‌های پایگاه داده و ویژگی‌های مشترک پایگاه داده‌ها شرح داده می‌شود، همچنین بررسی این سیستم‌های پایگاه داده چه کاری برای کاربر انجام می‌دهند و چگونه سیستم‌های پایگاه داده با سیستم عامل ارتباط دارد شرح داده می‌شود. به علاوه یک سیستم کاربردی پایگاه داده به عنوان مثال بیان می‌شود: دانشگاهی که شامل چندین گروه، استاد، دانشجو و دروس است. این مثال در طول کتاب استفاده می‌شود. این فصل انگیزاننده، تاریخچه‌ای و توجیهی است.
- **بخش ۱: پایگاه داده‌های رابطه‌ای (فصل‌های ۲ تا ۱۰):** فصل ۲، مدل داده رابطه‌ای، مفاهیم اساسی مانند ساختار پایگاه داده‌های رابطه‌ای، شمای پایگاه داده، کلیدها، دیاگرام‌های شمای، زبان‌های پرس و جو رابطه‌ای و عملگرهای رابطه‌ای را معرفی می‌کند. فصل‌های ۳، ۴ و ۵ موثرترین زبان رابطه‌ای کاربرگرا یعنی SQL را معرفی می‌کند. فصل ۶ زبان‌های پرس و جو رابطه‌ای رسمی شامل جبر رابطه‌ای، حساب رابطه‌ای تاپل و حساب رابطه‌ای دامنه را پوشش می‌دهد.
- فصل‌های این بخش مدیریت داده‌ها شامل پرس و جو، درج، به روز رسانی و حذف را با فرض فراهم بودن طراحی شمای را توضیح می‌دهد. طراحی شمای در بخش ۲ بیان می‌شود.

- بخش ۲: طراحی پایگاه داده (فصل‌های ۷ تا ۹). فصل ۷ مروری بر فرایند طراحی پایگاه داده با تاکید بر طراحی بر اساس مدل داده‌ای موجودیت-رابطه ارائه می‌دهد. مدل داده‌ای موجودیت-رابطه یک دید سطح بالا از مراحل طراحی پایگاه داده و مسائلی که در طی طراحی کاربردهای واقعی با در نظر گرفتن قیدهای مدل داده‌ای با آنها مواجه می‌شویم ارائه می‌دهد. نمودار کلاس UML نیز در این فصل پوشش داده می‌شود.

فصل ۸ تئوری طراحی پایگاه داده‌های رابطه‌ای را معرفی می‌کند. مفاهیم وابستگی‌های تابعی و نرمال‌سازی با درک مفاهیم هر سطح نرمال پوشش داده می‌شود. این فصل با مرور طراحی رابطه‌ای و ارائه مفاهیم شهودی و منطقی وابستگی‌های تابعی شروع می‌شود. این امر باعث معرفی مفهوم نرمال‌سازی قبل از ارائه تئوری‌های وابستگی تابعی می‌شود که در فصل بیان خواهد شد.

فصل ۹ طراحی و توسعه کاربردها را بیان می‌کند. تاکید این فصل بر طراحی کاربردهای پایگاه داده مبتنی بر وب است. به‌علاوه مفاهیم امنیت کاربرد نیز در این فصل ارائه می‌شود.

- بخش ۳: پرس‌وجوها و ذخیره‌سازی داده (فصل‌های ۱۰ تا ۱۳). فصل ۱۰ به معرفی رسانه ذخیره‌سازی، فایل‌ها و ساختارهای ذخیره‌سازی می‌پردازد. تکنیک‌های مختلف دسترسی داده، شاخص B⁺-tree و درهم‌سازی در فصل ۱۱ ارائه می‌شود. فصل‌های ۱۲ و ۱۳ الگوریتم‌های ارزیابی و بهینه‌سازی پرس‌وجو را پوشش می‌دهد. این فصل‌ها باعث درک عملکرد داخلی حافظه و مولفه‌های بازیابی اطلاعات خواهند شد.

- بخش ۴: مدیریت تراکنش (فصل‌های ۱۴ تا ۱۶). فصل ۱۴ مفاهیم اساسی سیستم‌های مدیریت تراکنش شامل یکتایی، سازگاری، جداسازی و پایداری را پوشش می‌دهد. این فصل شامل روش‌های برآورده کردن این ویژگی‌ها شامل قفل‌گذاری و جداسازی لحظه‌ای است.

فصل ۱۵ به کنترل همروندی می‌پردازد و تکنیک‌های سریال کردن شامل قفل‌گذاری، مهر زمان و تکنیک‌های خوش‌بینانه را ارائه می‌دهد. به علاوه این فصل بن‌بست را پوشش می‌دهد. تکنیک‌های جایگزین سریال کردن، شامل جداسازی لحظه‌ای با جزئیات بحث می‌شود.

فصل ۱۶ تکنیک‌های اصلی برای اجرای صحیح تراکنش با وجود شکست‌های سیستمی و خرابی حافظه را پوشش می‌دهد. این تکنیک‌ها شامل یادداشت‌ها، نقاط بررسی و روتین‌های حافظه است. الگوریتم مشهور ARIES ارائه می‌شود.

• بخش ۵: معماری سیستم (فصل‌های ۱۷ تا ۱۹). فصل ۱۷ معماری سیستم‌های کامپیوتری را پوشش می‌دهد و تاثیر معماری سیستم کامپیوتری بر سیستم‌های پایگاه داده را بیان می‌کند. معماری‌های متمرکز، مشتری-کارگذار، موازی و توزیع‌شده در این فصل پوشش داده می‌شود.

فصل ۱۸ با عنوان پایگاه داده موازی، تکنیک‌های مختلف موازی‌سازی شامل موازی‌سازی ورودی/خروجی، موازی‌سازی درون پرس‌وجو و بین پرس‌وجوها، موازی‌سازی درون عملیات و بین عملیات را پوشش می‌دهد. به علاوه این فصل طراحی سیستم‌های موازی را ارائه می‌دهد.

فصل ۱۹ سیستم‌های پایگاه داده توزیع‌شده را پوشش می‌دهد و مسائل طراحی پایگاه داده، مدیریت تراکنش، ارزیابی و بهینه‌سازی پرس‌وجو را در حوزه پایگاه داده‌های توزیع‌شده بررسی می‌کند. به علاوه این فصل مسائل در دسترس بودن سیستم در هنگام خرابی، پایگاه داده‌های توزیع‌شده ناهمگن، پایگاه داده‌های ابری و سیستم‌های دایرکتوری توزیع‌شده را پوشش می‌دهد.

• بخش ۶: انبار داده، داده‌کاوی و بازیابی داده (فصل‌های ۲۰ و ۲۱). فصل ۲۰ مفاهیم انبار داده و داده‌کاوی معرفی می‌شود. فصل ۲۱ تکنیک‌های بازیابی داده جهت پرس‌وجوی

داده‌های متنی شامل تکنیک‌های مبتنی بر ابرمتن که در موتورهای جستجوی وب استفاده می‌شود، را بیان می‌کند.

بخش ۶، از مدل‌سازی و زبان‌های ارائه شده در بخش‌های ۱ و ۲ استفاده می‌کند اما به بخش‌های ۳، ۴ و ۵ وابستگی ندارد. بنابراین به سادگی می‌تواند به همراه SQL و طراحی پایگاه داده در یک درس ارائه شود.

- **بخش ۷: پایگاه داده‌های خاص (فصل‌های ۲۲ و ۲۳).** فصل ۲۲ پایگاه داده‌های شیء‌گرا را پوشش می‌دهد. این فصل مدل داده‌ای شیء-رابطه‌ای را که بسطی از مدل داده رابطه‌ای جهت مین انواع داده پیچیده، ارث‌بری و شناسه اشیاء است، بیان می‌کند. به علاوه دسترسی به پایگاه داده از یک زبان برنامه‌نویسی شیء‌گرا در این فصل ارائه می‌شود.
- فصل ۲۳ استاندارد XMI را که در ذخیره‌سازی و تبادل داده‌های پیچیده به‌وفور استفاده می‌شود، بیان می‌کند. همچنین زبان پرس‌وجوی XML ارائه می‌شود.

- **بخش ۸: موضوعات پیشرفته (فصل‌های ۲۴ تا ۲۶).** فصل ۲۴ مسائل پیشرفته در توسعه کاربردها شامل تنظیم کارایی، سسته‌های کاربرد- پایگاه داده و استانداردسازی را پوشش می‌دهد.

فصل ۲۵، داده‌های فضایی و جغرافیا، داده‌های زمانی، داده‌های چندرسانه‌ای و مسائل موجود در حوزه مدیریت پایگاه داده‌های شخصی و تحرک را پوشش می‌دهد. در نهایت فصل ۲۶، مسائل پیشرفته در حوزه مدیریت تراکنش را پوشش می‌دهد. موضوعاتی که در این فصل بیان می‌شود شامل مانیتورینگ، پردازش تراکنش، جریان کاری تراکنش، تجارت الکترونیک، سیستم‌های تراکنش با کارایی بالا، سیستم‌های تراکنش بلادرنگ و تراکنش‌های طولانی مدت است.

- **بخش ۹: مطالعه موردی (فصل‌های ۲۷ تا ۳۰).** در این بخش، ۴ سیستم مدیریت پایگاه داده شامل PostgreSQL، اوراکل، IBM DB2 و Microsoft SQL Server بررسی

می‌شود. ویژگی‌های منحصر به فرد هر یک از این سیستم‌ها و ساختار داخلی آنها بررسی می‌شود. این فصل اطلاعات بسیار مفیدی در مورد این محصولات ارائه می‌کند و به خواننده کمک می‌کند تا بداند مفاهیم ارائه شده در بخش‌های قبلی چگونه در محصولات واقعی پیاده‌سازی می‌شوند. به علاوه جنبه‌های عملی متنوعی در طراحی سیستم‌های واقعی را پوشش می‌دهد.

- **ضمیمه‌ها. ۵** ضمیمه شامل اطلاعات تاریخیچه‌ای و مطالب پیشرفته فراهم شده است که تنها به صورت آنلاین در وبسایت کتاب قابل دسترسی است. ضمیمه A به صورت استثناء در کتاب متنی آورده شده است که جزئیات شمای دانشگاه شامل شمای کامل، دستورات DDL و داده جدول‌ها است.

- **ضمیمه B** شامل رابط‌ها، پرس و جوی رابطه‌ای دیگر شامل QBE Microsoft Access و Datalog است.

- **ضمیمه C** شامل طراحی پایگاه داده‌ها، رابطه‌ای پیشرفته شامل تئوری وابستگی‌های چندمقداری، وابستگی‌های پیوند، فرم‌های نرمال پیوند-پرتو و کلید-دامنه است. این ضمیمه برای افرادی مناسب است که علاقه‌مند به مطالعه تئوری پایگاه داده‌های رابطه‌ای هستند.

اگرچه کاربردهای پایگاه داده‌ای جدید مبتنی بر مدل داده رابطه‌ای، مدل داده شیء‌گرا هستند، مدل‌های داده‌ای شبکه‌ای یا سلسله مراتبی همچنان در برخی کاربردهای قدیمی در حال استفاده هستند. ضمیمه D و E برای آشنایی خوانندگان علاقه‌مند، به شرح مدل داده سلسله مراتبی و مدل داده شبکه‌ای می‌پردازد.