

دانشگاه شاهرود

پایگاه داده‌ها

(رشته‌های مهندسی کامپیوتر، فناوری اطلاعات و ریاضی)

دکتر احمد فراهی

دکتر مصطفی حق جو

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پر بار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

یازده

پیشگفتار

۱	فصل اول: شناخت پایگاه داده ها و محیط پایگاهی
۱	هدف کلی
۱	هدف های یادگیری
۲	مقدمه
۲	۱-۱ نسل های مختلف پایگاه داده
۲	۱-۱-۱ سیستم پرونده ای
۳	۲-۱-۱ سیستم مدیریت داده ها
۳	۳-۱-۱ سیستم مدیریت پایگاه داده ها (DBMS)
۴	۴-۱-۱ سایر سیستم ها
۴	۲-۱ مدیریت پایگاه داده ها
۷	۱-۲-۱ تعریف پایگاه داده
۸	۲-۲-۱ انواع DBMS
۹	۳-۲-۱ اجزای DBMS
۱۰	۳-۱ ویژگی ها و امتیازهای پایگاه داده ها
۱۰	۱-۳-۱ پرسش
۱۲	۲-۳-۱ تراکنش
۱۵	۳-۳-۱ ذخیره و بازیابی بهینه داده ها
۱۸	۴-۱ مدل های پایگاه داده
۱۸	۱-۴-۱ مدل های ابتدایی (پیش رابطه ای)
۲۰	۲-۴-۱ مدل رابطه ای
۲۴	۳-۴-۱ مدل های جدید (فرا رابطه ای)
۲۴	۵-۱ معماری پایگاه داده ها

۲۴	۱-۵-۱ معماری چندلایه‌ای
۲۷	۱-۵-۲ اجزای لایه‌ها
۳۰	۱-۶-۶ طراحی پایگاه داده‌ها
۳۱	۱-۶-۱ مراحل طراحی پایگاه داده‌ها
۳۲	۱-۶-۲ ابزار طراحی پایگاه داده‌ها
۳۲	۱-۷-۱ جداول نمونه
۳۳	خلاصه فصل اول
۳۴	خودآزمایی تشریحی فصل اول
۴۱	تمرین‌های تشریحی فصل اول
۴۳	فصل دوم: مدل‌سازی معنایی
۴۳	هدف کلی
۴۳	هدف‌های یادگیری
۴۴	مقدمه
۴۵	۱-۲ روش‌های مدل‌سازی معنایی
۴۶	۲-۲ مدل‌سازی با روش ER
۴۷	۱-۲-۲ نوع پدیده یا موجودیت
۴۸	۲-۲-۲ صفت و انواع آن
۵۲	۲-۲-۳ نوع ارتباط
۵۳	۲-۳ نمودار ER
۵۳	۱-۳-۲ صفت در نوع ارتباط
۵۶	۲-۳-۲ وضعیت مشارکت در ارتباط
۵۶	۲-۳-۳ چندی یا ماهیت ارتباط (کاردینالیتی)
۵۹	۲-۳-۴ حد ارتباط
۶۰	۲-۳-۵ نوع پدیده ضعیف
۶۱	۲-۳-۶ صفت ممیزه
۶۲	۲-۳-۷ نوع ارتباط به مثابه نوع پدیده (ارتباط پدیده‌ای)
۶۲	۲-۴ مشکلات ER
۶۳	۲-۴-۱ دام حلقه‌ای
۶۴	۲-۴-۲ دام چندشاخه (چتری)
۶۵	۲-۴-۳ دام گسل (شکاف)
۶۷	۲-۴-۴ برخی تصمیم‌گیری‌ها در مدل‌سازی به روش ER
۶۷	۲-۵ مدل‌سازی با روش EER
۶۷	۲-۵-۱ تجزیه و ترکیب
۶۹	۲-۵-۲ تخصیص
۷۲	۲-۵-۳ تجمیع
۷۴	۲-۶ آشنایی با روش مدل‌سازی UML

۷۶	۲-۶-۱ اجزای UML
۷۶	۲-۶-۲ نحوه نمایش مفاهیم
۷۸	۲-۷ آشنایی با روش مدل سازی NIAM
۸۱	خلاصه فصل دوم
۸۲	خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۸۵	تمرین های تشریحی فصل دوم
۸۷	فصل سوم: شناخت مدل رابطه ای و زبان یانی SQL
۸۷	هدف کلی
۸۷	هدف های یادگیری
۸۸	مقدمه
۸۸	۳-۱ مدل داده رابطه ای
۹۱	۳-۲ قواعد جامعیت
۹۳	۳-۳ انواع کلید
۹۵	۳-۴ انواع جامعیت در مدل رابطه ای
۹۵	۳-۵ زبان روالی SQL
۹۶	۳-۵-۱ جداول
۹۷	۳-۵-۲ انواع داده استاندارد
۹۸	۳-۵-۳ نوع داده کاربر-تعریف
۹۸	۳-۵-۴ تعریف پایگاه داده
۹۹	۳-۵-۵ تعریف جدول
۱۰۲	۳-۵-۶ تغییر جدول موجود
۱۰۳	۳-۵-۷ بارگذاری پایگاه داده
۱۰۸	۳-۵-۸ استخراج اطلاعات
۱۳۴	خلاصه فصل سوم
۱۳۴	تمرین های تشریحی فصل سوم
۱۳۷	فصل چهارم: جبر و حساب رابطه ای
۱۳۷	هدف های کلی
۱۳۷	هدف های یادگیری
۱۳۸	مقدمه
۱۳۸	۴-۱ جبر رابطه ای
۱۳۸	۴-۱-۱ انواع عمل گر ها
۱۴۸	۴-۱-۲ بهینه سازی پرسش
۱۵۴	۴-۱-۳ به روز در آوردن داده ها
۱۵۶	۴-۲ حساب رابطه ای دامنه ای
۱۵۶	۴-۲-۱ معرفی

۱۵۷	۲-۲-۴ انواع دستورها
۱۵۹	۳-۲-۴ خطر حلقه بی پایان
۱۵۹	۴-۲-۴ مقایسه با جبر رابطه‌ای و SQL
۱۶۰	خلاصه فصل چهارم
۱۶۱	خودآزمایی‌های تشریحی فصل چهارم
۱۶۲	تمرین‌های تشریحی فصل چهارم
۱۶۵	فصل پنجم: نرمال‌سازی
۱۶۵	هدف کلی
۱۶۵	هدف‌های یادگیری
۱۶۶	مقدمه
۱۶۶	۱-۵ مشکلات جداول غیرنرمال
۱۶۸	۲-۵ وابستگی و نرمال‌سازی
۱۶۹	۳-۵ وابستگی تابعی
۱۷۰	۱-۳-۵ تعاریف
۱۷۲	۲-۳-۵ یافتن مجموعه پوششی و مجموعه بهینه وابستگی
۱۷۴	۳-۳-۵ کلیدهای کاندید
۱۷۵	۴-۳-۵ نمودار وابستگی تابعی
۱۷۷	۴-۵ تجزیه جداول به فرم‌های نرمال در وابستگی تابعی
۱۷۷	۱-۴-۵ فرم نرمال اول
۱۷۸	۲-۴-۵ فرم نرمال دوم
۱۷۹	۳-۴-۵ صحت تجزیه جدول
۱۸۰	۴-۴-۵ فرم نرمال سوم
۱۸۲	۵-۴-۵ فرم نرمال BCNF
۱۸۶	۵-۵ وابستگی چندمقداری و فرم نرمال چهارم
۱۸۸	۶-۵ وابستگی پیوندی و فرم نرمال پنجم
۱۹۰	خلاصه فصل پنجم
۱۹۰	خودآزمایی‌های تشریحی فصل پنجم
۱۹۲	تمرین‌های تشریحی فصل پنجم
۱۹۵	فصل ششم: آشنایی با مدل شیء - رابطه‌ای و SQL3
۱۹۵	هدف کلی
۱۹۵	هدف‌های یادگیری
۱۹۵	مقدمه
۱۹۶	۱-۶ کاستی‌ها و امتیازهای مدل رابطه‌ای
۲۰۱	۲-۶ شیء‌گرایی در پایگاه‌داده‌ها
۲۰۳	۱-۲-۶ مفاهیم بنیادین مدل شیء‌گرا

۲۰۶	۲-۲-۶ مدل شی - رابطه‌ای
۲۰۹	۳-۶ معرفی SQL3
۲۰۹	۱-۳-۶ ویژگی‌های غیرشی‌گرایی
۲۱۱	۲-۳-۶ ویژگی‌های شی‌گرایی
۲۱۲	۴-۶ مقایسه
۲۱۳	۵-۶ ارتباط پایگاه‌داده با زبان‌های برنامه‌سازی
۲۱۴	خلاصه فصل ششم
۲۱۵	تمرین‌های تشریحی فصل ششم
۲۱۷	فصل هفتم: آشنایی با مفاهیم پیشرفته
۲۱۷	هدف کلی
۲۱۷	هدف‌های یادگیری
۲۱۸	مقدمه
۲۱۸	۱-۷ شاخص
۲۱۹	۲-۷ کلان‌داده و رایانش ابری
۲۲۲	۳-۷ پایگاه‌دادهٔ NoSQL
۲۲۴	۴-۷ داده‌کاوی
۲۲۷	۵-۷ سیستم مدیریت جریان‌داده‌ها
۲۳۰	۶-۷ پایگاه‌دادهٔ توزیعی (نامتمرکز)
۲۳۴	۷-۷ پایگاه‌دادهٔ سیار (موبایل)
۲۳۶	خلاصه فصل هفتم
۲۳۷	تمرین‌های تشریحی فصل هفتم
۲۳۹	واژه‌نامه فارسی - انگلیسی
۲۴۵	واژه‌نامه انگلیسی - فارسی
۲۵۱	منابع

پیشگفتار

چارلی چاپلین در ملاقات با آلبرت انشتاین: می‌دانی چرا این همه مردم از من استقبال می‌کنند؟ زیرا همه می‌فهمند من چه می‌گویم ولی هیچ‌کدام نمی‌فهمند تو چه می‌گویی!

در سال ۱۳۷۷ کتاب یک‌جلدی بانک اطلاعات علمی - کاربردی نوشته اینجانب، مصطفی حق‌جو توسط انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران چاپ و منتشر شد. این کتاب که بعداً به دو جلد برای دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد تبدیل شد، هنوز نیز پرتعداد و بارها به‌روز شده‌است. از آن زمان تاکنون علم و تکنولوژی پیشرفت زیادی کرده و نیاز به کتاب جدید پایگاه‌داده‌ها احساس می‌شود. شگفت‌آور نیست که مفاهیم اصلی کمابیش همان است که بود! زیرا پایگاه‌داده از مفاهیم بنیادین مهندسی نرم‌افزار است و ریشه‌های آن تغییر نکرده ولی صد البته هر روز تناورتر و پربارتر شده‌است. از سوی دیگر دانشگاه بزرگ پیام‌نور، که به وسعت ایران بزرگ گسترده است، نیازهای متفاوتی دارد. در این دانشگاه، دانشجویان به خوداتکایی عادت دارند. کتاب‌های درسی این دانشگاه باید کاملاً خودخوان و همراه با مسائل حل‌شده و خودآزمایی‌های زیاد باشد. لازم به یادآوری است که امکاناتی چون تست‌های چهارگزینه‌ای را دانشگاه در اختیار دانشجویان قرار می‌دهد.

کتاب حاضر که از مبانی تا پیشرفت‌های اخیر را در پایگاه‌داده‌ها، در حد دوره کارشناسی می‌پوشاند، کتابی جدید و مبتنی بر نیازهای کنونی است. در این دوران که پایگاه‌داده‌ها به‌خوبی جای خود را در برنامه‌سازی کاربردی در زمینه‌های مختلف باز کرده‌است، اهمیت این مطلب دوچندان است. در این کتاب معماری و طراحی

پایگاه داده و پیاده سازی آن در مدل های رابطه ای و شیء - رابطه ای و نیز آشنایی با مفاهیم جدید در پایگاه داده ها گنجانده شده است.

از خوانندگان گرامی، به ویژه اساتید معظم، متخصصان و کارشناسان ارجمند و دانشجویان عزیز کامپیوتر و فناوری اطلاعات تقاضای نقد راه گشا داریم.
از کسانی که در تدوین این کتاب همکاری کرده اند صمیمانه سپاسگزاری می شود:

سپاس بیکران از همکار ارجمند جناب آقای دکتر اکبر فرهودی نژاد و دستیارانشان خانم ها شیما واحد و هاجر شایق برای ویراستاری کل کتاب، سپاس ویژه از دانشجویان مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات: سرکار خانم فاطمه بیژن محمدزاده برای تایپ و تدوین کل کتاب، سرکار خانم محبوبه طغیانی برای پیشنهاد برخی از مسائل کاربردی، آقای محمدرضا قربانی برای اجرای پرسش های SQL، آقای ابوذر جباری برای همکاری در تدوین و تایپ فصل چهارم. آقای علیرضا احمدیان برای همکاری در پایگاه دانش.

با احترام:

دکتر مصطفی حق جو سانیچی

دانشیار مهندسی نرم افزار

دانشگاه پیام نور - مرکز بین المللی کیش

دکتر احمد فراهی

استادیار مهندسی نرم افزار

دانشگاه پیام نور - سازمان مرکزی

فصل اول

شناخت پایگاه داده‌ها و محیط پایگاهی

هدف کلی

شناخت محیط پایگاهی، مدل‌ها و معماری پایگاه داده‌ها و مراحل طراحی آن

هدف‌های یادگیری

۱. خوانندگان گرامی قادر به بازشناسایی جایگاه پایگاه داده‌ها خواهند بود. داده‌پردازی در جهان مدرن بدون استفاده صحیح و علمی از پایگاه داده‌ها و شناخت درست از آن امکان‌پذیر نخواهد بود.
۲. اتوماسیون و گرفتن کنترل امور از دست انسان‌ها و دادن آن به نرم‌افزارهای توانمندی که سرعت و دقت و خستگی‌ناپذیری غیرقابل مقایسه دارند، به‌ویژه نرم‌افزار مدیریت پایگاه داده‌ها.
۳. آشنایی با مفاهیم بنیادی چون پرسش و تراکنش و امنیت و ذخیره‌سازی داده‌های بزرگ و ترمیم خرابی‌ها و حفظ جامعیت اطلاعات و نظایر آن‌ها، که توسط نرم‌افزارهای قدرتمند اجرا و اعمال می‌شوند.
۴. خوانندگان گرامی با ابعاد مختلف چون مدل‌های گوناگون پایگاه داده‌ها، لایه‌ها و مراحل معماری و طراحی پایگاه داده‌ها آشنا می‌شوند تا در فصل‌های بعدی به کدوکاو آن‌ها بپردازند.

مقدمه

بیشتر مخاطب‌های این نوشتار دانشجویان و دانش‌آموختگان عزیزی هستند که تا برنامه‌سازی در زبان‌های سطح بالا (مانند سی و پاسکال و جاوا) پیش‌رفته‌اند و با مفاهیم مقدماتی چون داده و اطلاعات و... آشنا هستند. برای این افراد احتمالاً این سؤال پیش‌آمده که چرا برنامه‌سازی در سطح وسیع و تکنیکی، این همه، گیر و گرفتاری دارد! این سؤال و جنبه‌های دیگر مشکلات برنامه‌سازی چون حفاظت از داده‌ها و ذخیره و بازیابی امن و آسان و بهینه اطلاعات باعث پیدایش پایگاه‌داده‌ها^۱ در دهه ۱۹۶۰ شد. در این مشی، داده‌ها به‌خوبی نگهداری می‌شوند، دستیابی به آن‌ها امن و سریع است و استخراج اطلاعات به‌راحتی صورت می‌گیرد.

مثال:

زبان‌های سطح بالا را زبان روالی^۲ نیز می‌نامند، زیرا برنامه‌ساز باید ریزه‌ریز، به کامپیوتر بگوید چه کاری انجام دهد. مثلاً برای جستجوی ساده یک نام در یک لیست، باید برنامه در یک حلقه تکرار از ابتدا تا انتهای لیست به‌دنبال آن نام بگردد (حلقه تکرار و گشتن را باید برنامه‌ساز سامان دهد). در مقابل، در پایگاه‌داده‌ها دستورهای سطح بالاتری وجود دارد که به‌راحتی این کار را انجام می‌دهد. به‌عنوان نمونه در زبان پایگاهی SQL کافی است نوشته شود «در لیست فلان، داده بهمان را انتخاب کن».

طبیعی است که این تکنولوژی به یک‌باره به‌دست نیامده و نسل‌های قبل از خود داشته است. هدف اصلی برنامه‌سازی، دست کم در آن دوران، سپردن داده‌ها به حافظه کامپیوتر، بازیابی آن‌ها و انجام عمل‌های مختلف روی داده‌ها می‌باشد. سرعت عمل، دقت، جلوگیری از دستیابی‌های غیرمجاز و... بخش‌های جدایی‌ناپذیر این روند هستند. در راستای این هدف، چندین رده و نسل فناوریانه به‌وجود آمده است.

۱-۱ نسل‌های مختلف پایگاه‌داده

۱-۱-۱ سیستم پرونده‌ای^۳

در این سیستم، کاربران مختلف با پرونده‌هایی که داده‌های مورد نیاز آن‌ها را در خود داشتند، برنامه‌های جداگانه‌ای اجرا می‌کردند و اطلاعات مورد نیاز را به‌دست

1. Data Base
2. Procedural Language
3. Filing System

می‌آوردند. در موارد زیادی داده‌های کاربران مختلف هم‌پوشانی داشتند یعنی اقلام داده در پرونده‌های مختلف تکرار می‌شدند. این پرونده‌ها به صورت عادی در قفسه‌هایی نگهداری می‌شدند و تحت مدیریت نرم‌افزار نبودند. به عبارت دیگر انسان‌ها به پرونده‌ها دسترسی داشتند و احتمال دستیابی غیرمجاز و تغییر داده‌ها وجود داشت. نگارنده تجربیات تلخی در رابطه با استفاده از این نوع پرونده‌ها در سال‌های دور دارد. درحالی‌که دستیابی غیرمجاز به پرونده‌ها صورت گرفته بود، ولی قابل اثبات نبود، زیرا هیچ نرم‌افزاری این دستیابی‌ها را کنترل نمی‌کرد.

۱-۱-۲ سیستم مدیریت داده‌ها^۱

در این سیستم نرم‌افزارهای مدیریتی وارد صحنه شده و تا حدی از دستیابی‌های افراد که می‌تواند خطرآفرین باشد، کاسته‌اند. این سیستم‌ها همه نیازها را پاسخ نمی‌دادند. در حقیقت این سیستم‌ها شروع یک انقلاب بودند که ذخیره و بازیابی و نگهداری و حفاظت از داده‌ها را از دست انسان‌ها گرفت و به نرم‌افزارها سپرد. از آنجاکه نرم‌افزارها بیشتر قابل کنترل هستند و می‌توانند هرگونه تغییر یا عملی را به راحتی، به صورت محرمانه گزارش کنند، عملکرد آن‌ها از انسان‌ها قابل اعتمادتر و امن‌تر است.

به عنوان نمونه یک سیستم بانکی که به طور خودکار هر عمل و تغییر روی حساب افراد را به آن‌ها گزارش می‌کند، بهتر از افرادی است که ممکن است به دلایلی، گاهی سوءاستفاده کنند. می‌توان گفت که سیستم مدیریت داده‌ها به دوران کودکی و ناپختگی این انقلاب که می‌کوشد مدیریت سیستم را به نرم‌افزار بسپارد، بیشتر شبیه است.

۱-۱-۳ سیستم مدیریت پایگاه داده‌ها^۲ (DBMS)

در این نوع سیستم استفاده از نرم‌افزارهای کنترلی داده‌ها به بلوغ می‌رسد، به طوری‌که به قدرت و در شرایط استثنائی به دخالت انسان نیاز است؛ به عبارت دیگر، در این سیستم‌ها، داده‌ها به طور کامل در اختیار نرم‌افزار DBMS است که امنیت و حفاظت از آن‌ها را تا حد بسیار زیادی تضمین می‌کند و از دستیابی انسان‌ها به داده‌ها و اطلاعات، مگر در موارد بسیار نادر، جلوگیری می‌کند.

1. Data Management System

2. Data Base Management System (DBMS)

مفهوم پایگاه داده‌ها در این نرم‌افزار نهفته است. در بخش‌های آینده، این انقلاب نرم‌افزاری را از جنبه‌های مختلف تئوری و عملی، از طراحی بهینه در سطوح مختلف و پیاده‌سازی کارا و امن تا بهره‌برداری از پایگاه داده‌ها که می‌تواند یک مجموعه بسیار بزرگ و پراکنده (نامتمرکز) باشد، مطالعه خواهیم کرد.

۱-۱-۴ سایر سیستم‌ها

کاربردهای مختلف، نیازهای متفاوت و پیشرفت روزافزون علم و فناوری باعث به وجود آمدن سیستم‌های دیگر شد که برخلاف موارد بالا بیشتر خاص منظوره هستند. سیستم مدیریت جغرافیایی، سیستم داده‌کاوی و سیستم پایگاه دانش، نمونه‌ای از این سیستم‌ها هستند.

از سوی دیگر، سیستم مدیریت پایگاه داده‌ها نیز، به سمت و سوی تخصص‌های مختلف حرکت کرد و سیستم‌هایی چون سیستم هوشمند مدیریت پایگاه داده‌ها، سیستم بی‌درنگ مدیریت پایگاه داده‌ها، سیستم توزیعی مدیریت پایگاه داده‌ها و... به وجود آمدند. این گونه سیستم‌ها از حوصله این کتاب خارج‌اند. بخشی از آن‌ها در کتاب و درس دیگری به نام «پایگاه داده پیشرفته» مورد کنکاش قرار می‌گیرند.

۱-۲ مدیریت پایگاه داده‌ها

جان کلام این است که در پایگاه داده‌ها (پایگاه داده) همه چیز توسط نرم‌افزار توانمند و قابل اعتمادی به نام نظام مدیریت پایگاه داده انجام و کنترل می‌شود. کاربران پایگاه داده پرسش‌های^۱ خود را به این نرم‌افزار تحویل می‌دهند و پاسخ خود را (که ممکن است سربالا باشد!) دریافت می‌کنند. اگر کاربر مجاز به استفاده از داده‌های مورد نظر و انجام کارهای درخواستی باشد، DBMS نتایج را در اختیار او قرار می‌دهد و پرونده‌ها را به‌روز می‌کند و نیز ریزکارهای انجام‌شده را طوری یادداشت‌برداری می‌کند (در کارنامه پایگاه داده) که همواره قابل پیگیری و ردیابی و در صورت لزوم بازگرد باشد.

مثال:

در یک سیستم معمولی، کاربر بانک به شعبه‌ها مراجعه می‌کند و آن‌ها (از طریق

DBMS یا بدون آن) از حساب او پول برمی دارند و تحویلش می دهند. اگر پول کاربر در شهر دیگری باشد، ممکن است به آن دسترسی نداشته باشد. در یک سیستم پایگاه داده‌ای کاربر به یک خودپرداز مراجعه می کند. خودپرداز که توسط DBMS مدیریت می شود، ضمن تعامل با کاربر از حساب او کسر و پول را تحویلش می دهد. طبیعی است که کاربر نمی تواند از حساب شخص دیگری پول بردارد یا بیش از موجودی برداشت یا از حد مجاز برداشت در روز، تجاوز کند. اگر خودپرداز در بین راه دچار مشکل شود و نتواند درخواست کاربر را اجرا و پول و کارت را در اختیارش قرار دهد، پول برداشت شده را برمی گرداند و به حسابش واریز می کند. این عمل نوعی بازگرد است.

در روش های سابق، کاربر، پرونده ای را در اختیار می گرفت و عملیات موردنظر خود را روی آن انجام می داد. در پایگاه داده، تمامی پرونده ها فقط و فقط در اختیار این نرم افزار قدرتمند (DBMS) است و کاربران درخواست های خود را تسلیم می کنند تا در صورت صلاح دید آن را انجام دهد. مثلاً اگر کسی بخواهد از حساب بانکی خود پول برداشت کند، درخواست او تسلیم DBMS می شود. این نرم افزار پس از کنترل های لازم و اطمینان از صحت کار، پول را از حساب کسر می کند و در اختیار کاربر قرار می دهد. برای راهبری این نرم افزار، دادن اطلاعات به آن (مثل اطلاعات امنیتی درباره اجازه استفاده کاربران از پرونده های مختلف)، انجام تغییرات و امور مشابه به دو نوع نیروی انسانی نیاز است:

الف) مدیر پایگاه داده^۱، که مسئولیت تصمیم گیری و طراحی این گونه موارد را به عهده دارد. این مسئولیت ممکن است به یک شخص و یا در پایگاه داده بزرگ به یک تیم محول شود.

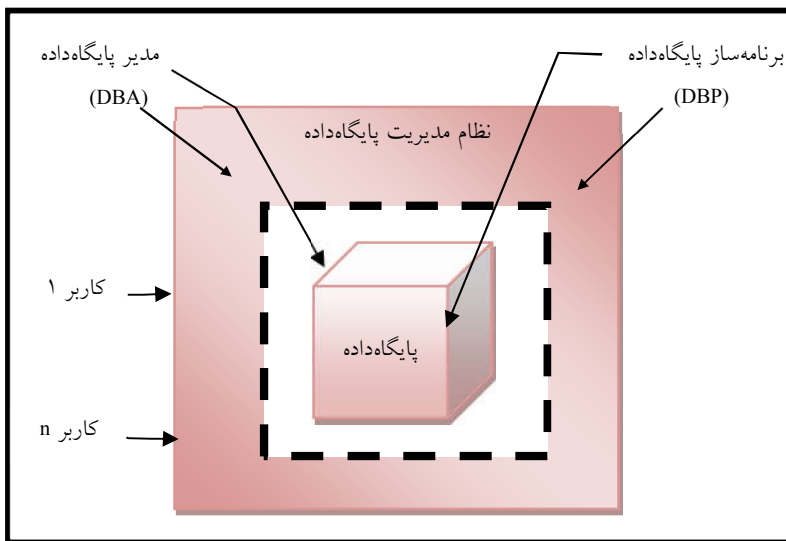
ب) برنامه ساز پایگاه داده^۲، که تصمیمات مدیر را پیاده سازی می کند. برنامه ساز را نباید با اپراتور اشتباه گرفت. اپراتورها مسئول اجرای برنامه ها و راهبری سیستم هستند، در حالی که برنامه سازان تصمیمات مدیر را به صورت برنامه پیاده سازی می کنند تا توسط اپراتورها اجرا شود.

شکل ۱-۱ نظام پایگاه داده^۳ را نشان می دهد. تنها کسانی که می توانند دور از چشم نظام مدیریت پایگاه داده (DBMS) به داده ها دسترسی داشته باشند، مدیر و

1. Data Base Administrator (DBA)
2. Data Base Programmer (DBP)
3. Data Base System (DBS)

برنامه‌سازان مجاز پایگاه داده هستند. طبیعی است که نرم‌افزار نظام مدیریت پایگاه داده نمی‌تواند همه نوع کاری انجام دهد. مدیر و برنامه‌سازان مجاز می‌توانند از طریق نرم‌افزارهای کمکی^۱ نیز به پایگاه داده دسترسی داشته باشند. مثلاً اگر نیاز به سازمان‌دهی مجدد باشد، این عمل با دستور مدیر توسط برنامه‌ساز مجاز و با کمک نرم‌افزار کمکی ویژه‌ای انجام می‌شود.

در (شکل ۱-۱) پنج عنصر اصلی پایگاه داده دیده می‌شوند: کاربر، راهبر، داده، نرم‌افزار و سخت‌افزار.



شکل ۱-۱. نظام پایگاه داده

کاربران (users یا end users) از چند و چون داده‌ها و نرم‌افزارها اطلاع چندانی ندارند. آن‌ها با بخش کوچکی از داده‌ها کار دارند و ممکن است پرسش‌هایی داشته باشند و اطلاعاتی دریافت کنند یا در داده‌ها تغییری ایجاد نمایند که توسط DBMS انجام می‌گیرد. راهبران که شامل مدیر و برنامه‌ساز پایگاه داده می‌شوند، راهبری DBMS را برعهده دارند (مانند بارگذاری، رفع اشکالات، برآوردن نیازمندی‌ها). علاوه بر مدیر و برنامه‌ساز پایگاه داده، افراد دیگری مانند طراحان پایگاه داده هم در سیستم کار می‌کنند که در جای خود از آن‌ها صحبت می‌شود.

داده‌ها، اقلام ساده دارای ارزش و معنی هستند که در پایگاه داده‌ها ذخیره و بازیابی می‌شوند. از مشخصات کاربران، حق دستیابی و نحوه استفاده آن‌ها از اقلام داده تا اطلاعات مربوط به پرونده‌ها، همه و همه از نوع داده‌ها هستند.

نرم افزار اصلی، همان نظام مدیریت پایگاه داده است (DBMS) و نرم افزارهای دیگری برای بارگذاری DBMS یا شکل دهی و زیباسازی اطلاعات خروجی و کارهای مشابه نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سخت افزار، شکل کامپیوترها (رایانه‌ها) و ابزار جانبی آن‌ها است که اجرای نرم افزارها و سایر موارد توسط آن‌ها انجام می‌گیرد. مثلاً دستگاه خودپرداز بخشی از سخت افزار است. مهم ترین سخت افزار در پایگاه داده‌ها، حافظه جانبی کامپیوتر (چون داده‌ها روی آن ذخیره می‌شود) و کیفیت و سرعت کار با آن است و متداول ترین نوع حافظه جانبی، دیسک نام دارد. اهمیت این نوع سخت افزار از آن جهت است که پایگاه داده‌ها خاصیت مانایی دارد، یعنی آنچه در پایگاه داده‌ها ذخیره می‌شود برای مدت های طولانی نگهداری می‌شود، به روز می‌شود و مورد استفاده قرار می‌گیرد. سایر سخت افزارها شامل پردازشگرهای کامپیوتر، ابزار دیگر آن و سخت افزار هم رسانی، مانند مودم است که ارتباط های از راه دور و نزدیک را سامان می‌دهد.

درباره سیستم مدیریت پایگاه داده (DBMS) که بخش عمده و بازیگر اصلی این صحنه است، گفتنی ها فراوان است. بعضی از آن‌ها را در زیر می‌آوریم تا در جای خود مورد کنکاش بیشتر قرار گیرند. ابتدا پایگاه داده را تعریف می‌کنیم.

۱-۲-۱ تعریف پایگاه داده

تعاریف متعددی از دیرباز برای پایگاه داده‌ها ارائه شده که هر کدام جنبه هایی از آن را مورد توجه خاص قرار داده‌اند [روحانی، ۱۳۹۲]. در اینجا تعریف جامعی بر مبنای همه جنبه های پایگاه داده‌ها ارائه می‌کنیم.

تعریف: پایگاه داده، مجموعه ای از داده های پایا (ماندگار) و یکپارچه و مرتبط با یکدیگر است که به صورت بهینه روی یک یا چند رایانه توسط نظام مدیریت پایگاه داده‌ها ذخیره، بازیابی و کنترل می‌شود و به صورت اشتراکی مورد استفاده یک یا چند کاربر یا سیستم کاربردی قرار می‌گیرد.

۱-۲-۲ انواع DBMS

از دهه ۱۹۷۰ تاکنون انواع مختلف DBMS طراحی، تولید و ارائه شده است. پایه پای پیشرفت در علم و تکنولوژی کامپیوتر به ویژه پایگاه داده‌ها، این نرم افزار نیز پیشرفت کرده و انواع مختلف آن، چه از نظر مدل پایگاه داده، سیستم عامل، محیط های نرم افزاری، نوع رایانه، نوع واسط کاربر و غیره ارائه شده است. به عنوان نمونه SQL Server را می توان نام برد که نسل های متفاوتی دارد و از متداول ترین نظام های مدیریت پایگاه داده رابطه ای است و همچنین اوراکل که از کامل ترین آن ها است. این دو سیستم، در محیط سیستم عامل ویندوز بسیار متداول اند، ولی تحت برخی سیستم عامل های دیگر هم ارائه شده اند. یکی از مهم ترین ابعاد که باید در خرید و نصب این سیستم ها مورد نظر باشد، این است که آیا این نرم افزار، پایگاه داده نامتمرکز^۱ را پشتیبانی می کند یا خیر. در حالت نامتمرکز، داده ها و پرسش ها روی چند سایت پخش شده اند.

مثال:

در سیستم بانکداری تحت شبکه T (مانند شتاب) حساب کاربران در بانک های مختلف نگهداری می شود و درخواست کاربران نیز از خودپرداز های مختلف صادر می شود. کاربری که از خودپرداز سپه، درخواست برداشت پول از حسابش را در بانک ملی می دهد، عملاً دارد یک عملیات نامتمرکز انجام می دهد. اگر شما بخواهید عملیات نامتمرکز در محیط پایگاه داده انجام دهید باید DBMS از نوع نامتمرکز را روی رایانه های خود نصب کرده باشید.

معمولاً DBMS های عمومی و پیشرفته پرتابل هستند، یعنی می توان نسخه های مختلف آن ها را روی کامپیوتر های متفاوت نصب کرد. می توان داده های اصلی را مثلاً روی یک کامپیوتر بزرگ چون Work Station و Mainframe و حتی^۲ Super Computer ذخیره کرد و از رایانه های کوچک تر مانند PC از محل های مختلف به آن داده ها دستیابی داشت. به این گونه معماری ها، «مشری - کار گزار»^۳ می گویند. این گونه پایگاه های داده که امروزه بسیار متداول هستند، در واقع پایگاه داده توزیعی (نامتمرکز) نیستند. شرط توزیعی بودن این است که داده ها توزیع شده باشند.

1. Distributed

۲. معمولاً نرم افزارهای سوپر کامپیوتر از موارد دیگر متفاوت هستند، زیرا پردازش موازی بخشی از ماهیت آن ها است.

3. Client-Server

نوع دیگری از این معماری که به «چندمشتري - چند کارگزار» موسوم است، به این صورت است که داده‌ها روی چند کارگزار پخش شده‌اند و رایانه‌های مشتري در جاهای مختلف به یک یا چند کارگزار دسترسی دارند.

نرم افزار DBMS ممکن است تک منظوره یا چند منظوره باشد. تک منظوره یعنی برای کاربرد خاصی طراحی و ارائه شده است، مانند سیستم‌های مدیریت بانکداری. سیستم‌هایی که در دانشگاه‌ها متداول‌اند چند منظوره هستند یعنی هر پایگاه داده معمولی را می‌توان روی آن‌ها ایجاد و اجرا کرد. از نظر واسط کاربر نیز سیستم‌های مدیریت پایگاه داده متفاوت هستند، یعنی از دستورهای معمولی SQL و خروجی‌های ساده تا واسط کاربرهای گرافیکی وجود دارند. امروزه برنامه‌سازی با SQL با استفاده از واسط کاربرهای گرافیکی در محیط ویندوز بسیار متداول است.

۳-۲-۱ اجزای DBMS

نرم افزار DBMS اجزای مختلفی دارد. نمای بیرونی این نرم افزار شامل «واحد پردازشگر پرسش»^۱ که برنامه‌های کاربردی را نیز دربر می‌گیرد و «واحد دستیابی به داده‌ها» است. داده‌ها که روی حافظه‌های جانبی (رسانه‌ها) ذخیره شده‌اند در اختیار این واحد قرار دارند. شکل ۲-۱ (برگرفته از [روحانی، ۱۳۹۲]) با اندکی تغییر) نمای بیرونی DBMS را نشان می‌دهد.

نمای درونی DBMS نیز از لایه‌های مختلف (معمولاً سه لایه) تشکیل شده که هماهنگ با سایر نرم افزارها چون کامپایلرها، مدیریت پرونده‌ها، مدیریت حافظه، مدیریت هم‌روندی و همگی تحت نظارت سیستم عامل وظایف خود را انجام می‌دهند. می‌توان گفت که نزدیک‌ترین لایه به سخت افزار رایانه همان سیستم عامل است و پس از آن، سیستم مدیریت پایگاه داده‌ها در لایه دوم قرار دارد. سایر نرم افزارها چون برنامه‌های کاربردی، توابع ذخیره شده و ابزار تولید برنامه‌ها در لایه سوم قرار دارند.