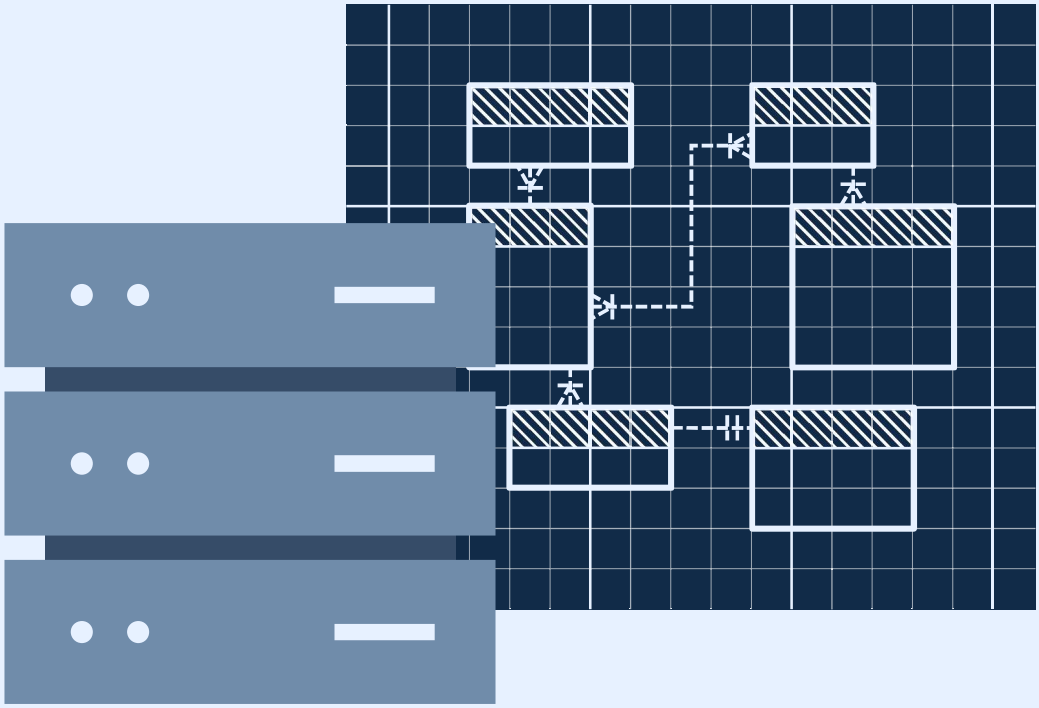


تصميم قواعد البيانات

إيدرين وات
نيلسون إنج

أكاديمية حسوب

تصميم قواعد البيانات

مرجع سريع إلى عملية تصميم قواعد البيانات وتخطيطها

تأليف

إيدرين وات

نيلسون إنج

ترجمة

أيمن طارق القاضي

علا عباس

تحرير

آيات اليطقان

إعداد وإشراف

جميل بيلوني

جميع الحقوق محفوظة © 2022 أكاديمية حسوب

النسخة الأولى v1.0

هذا العمل مرخَّص بموجب رخصة المشاع الإبداعي: نَسب المُصنِّف - غير تجاري - الترخيص بالمثل 4.0 دولي

عن الناشر

أُنتج هذا الكتاب برعاية شركة حسوب وأكاديمية حسوب.

تهدف أكاديمية حسوب إلى توفير دروس وكتب عالية الجودة في مختلف المجالات وتقدم دورات شاملة لتعلُّم البرمجة بأحدث تقنياتها معتمدةً على التطبيق العملي الذي يؤهل الطالب لدخول سوق العمل بثقة.

حسوب مجموعة تقنية في مهمة لتطوير العالم العربي. تبني حسوب منتجات تركِّز على تحسين مستقبل العمل، والتعليم، والتواصل. تدير حسوب أكبر منصتي عمل حر في العالم العربي، مستقل وخمسات ويعمل في فيها فريق شاب وشغوف من مختلف الدول العربية.

جدول المحتويات

تمهيد **9**

1. ما قبل ظهور أنظمة قواعد البيانات **11**

1.1 النظام القائم على الملفات 11

1.2 عيوب النظام القائم على الملفات 12

1.3 نظام قواعد البيانات 13

1.4 معنى البيانات 14

1.5 مصطلحات أساسية 15

1.6 تمارين 15

2. مفاهيم قواعد البيانات الأساسية **17**

2.1 ما هي قاعدة البيانات؟ 17

2.2 خصائص قاعدة البيانات 18

2.3 أنواع مستخدمي قاعدة البيانات 19

2.4 نظام إدارة قواعد البيانات وتصنيفاتها 20

2.5 مصطلحات أساسية 24

2.6 تمارين 25

3. خصائص قواعد البيانات والمزايا التي تقدمها **26**

3.1 خصائص قواعد البيانات 27

3.2 دعم عدة واجهات عرض للبيانات 28

3.3 مصطلحات أساسية 30

3.4 تمارين 30

4. نمذجة البيانات وأنواعها **31**

4.1 أنواع نماذج البيانات 32

4.2 مدى تجريد البيانات 34

4.3 طبقات تجريد البيانات 36

4.4 تخطيطات قاعدة البيانات Schemas 37

4.5 استقلالية البيانات المنطقية والمادية 38

4.6 مصطلحات أساسية 38

4.7 التمارين 40
5. نموذج البيانات العلائقية RDM 41
5.1 المفاهيم الأساسية في نماذج البيانات العلائقية 41
5.2 خصائص الجدول 45
5.3 المفاهيم الأساسية 45
5.4 المصطلحات الأساسية 46
5.5 تمارين 46
6. نموذج الكيان والعلاقة ER وتمثيل البيانات 47
6.1 الكيان ومجموعة الكيان ونوع الكيان 48
6.2 ارتباط الوجود 49
6.3 أنواع الكيانات 49
6.4 السمات 51
6.5 المفاتيح 54
6.6 مصطلحات أساسية 61
6.7 تمارين 63
7. قواعد السلامة وقيودها لضمان سلامة البيانات 68
7.1 سلامة النطاق Domain Integrity 68
7.2 قيود المؤسسة Enterprise Constraints 71
7.3 قواعد العمل Business Rules 72
7.4 أنواع العلاقات 73
7.5 مصطلحات أساسية 78
7.6 تمارين 79
8. نمذجة الكيان العلاقي ER عند تصميم قواعد البيانات 82
8.1 التصميم العلاقي Relational Design والتكرار Redundancy 82
8.2 حالة الإدخال الشاذة Insertion Anomaly 83
8.3 حالة التحديث الشاذة Update Anomaly 84
8.4 حالة الحذف الشاذة Deletion Anomaly 84
8.5 كيفية تجنب الحالات الشاذة 86
8.6 مصطلحات أساسية 87

8.7 تمارين 87

9. الاعتماديات الوظيفية Functional Dependencies 89

9.1 قواعد الاعتماديات الوظيفية 90

9.2 قواعد الاستدلال Inference Rules 91

9.3 مخطط الاعتمادية Dependency Diagram 94

9.4 مصطلحات أساسية 95

10. فهم عملية التوحيد Normalization 96

10.1 ما هو التوحيد Normalization؟ 96

10.2 النماذج الموحدة Normal Forms 97

10.3 النموذج الموحد الأول First Normal Form أو 1NF اختصارًا 97

10.4 النموذج الموحد الثاني Second Normal Form أو 2NF 98

10.5 النموذج الموحد الثالث Third Normal Form أو 3NF 99

10.6 نموذج بويس-كود الموحَّد BCNF 101

10.7 التوحيد وتصميم قواعد البيانات 103

10.8 المصطلحات الأساسية والاختصارات 104

10.9 تمارين 104

11. عملية تطوير قواعد البيانات 107

11.1 دورة حياة تطوير البرمجيات - نموذج الشلال Waterfall 107

11.2 دورة حياة قاعدة البيانات Database Life Cycle 109

11.3 جمع المتطلبات Requirements Gathering 111

11.4 التحليل Analysis 111

11.5 التصميم المنطقي Logical Design 112

11.6 التطبيق Implementation 114

11.7 تحقيق التصميم Realizing the Design 115

11.8 ملء قاعدة البيانات Populating the Database 115

11.9 إرشادات لتطوير مخطط ER 116

11.10 مصطلحات أساسية 116

11.11 تمارين 117

12. لغة الاستعلامات الهيكلية SQL **118**
12.1 إنشاء قاعدة بيانات Create Database 119
12.2 قيود الجدول Table Constraints 123
12.3 الأنواع التي يُعرفها المستخدم User Defined Types 128
12.4 مصطلحات أساسية 129
12.5 تمارين 129
13. لغة معالجة البيانات DML الخاصة بلغة SQL **131**
13.1 تعليمة SELECT 132
13.2 تعليمة INSERT 138
13.3 تعليمة UPDATE 141
13.4 تعليمة DELETE 141
13.5 الدوال المبنية مسبقا Built-in Functions 142
13.6 ضم الجداول Joining Tables 146
13.7 مصطلحات أساسية 149
13.8 تمارين 150
14. الملحق أ: مثال عملي عن تصميم قاعدة بيانات لجامعة **154**
14.1 عملية التصميم 155
15. الملحق ب: أمثلة عملية عن إنشاء مخططات ERD **159**
15.1 التمرين الأول: شركة تصنيع Manufacturer 159
15.2 التمرين الثاني: وكيل سيارات Car Dealership 160
16. الملحق ج: حل تمرين باستخدام لغة SQL **162**
16.1 الجزء الأول: استخدم لغة DDL 162
16.2 الجزء الثاني: إنشاء عبارات لغة SQL 165
16.3 الجزء الثالث: الإدخال والتعديل والحذف والفهارس 167

تمهيد

تسبق كل عملية تنفيذية عملية تصميمية تخطيطية مثل عملية تخطيط أي بناء ودراسته وتحليله ورسمه على المخططات قبل البدء ببنائه وتنفيذه على الأرض وكذلك الحال مع قواعد البيانات فقبل تنفيذها برمجيًا، يكون هنالك مرحلة تصميمية يجري فيها تصميم قواعد البيانات وتخطيط جداولها والأعمدة التي تحتويها وأنواع البيانات فيها والروابط الرابطة بينها والقيود المقيدة لها وهكذا، فلعملية التصميم تلك أهمية كبيرة لأي قاعدة بيانات، ولا يكاد يخلو أي نظام برمجي يتعامل مع البيانات من قاعدة بيانات لذا لابد من إجراء تصميم متين مناسب لقاعدة البيانات التي سيُبنى عليها النظام.

يعد موضوع تصميم قواعد البيانات مادة أساسية تدرَّس في السنوات الأولى من تخصص علوم الحاسوب والتخصصات المتعلقة بهندسة الحاسوب والبرمجيات في الجامعة ولابد من تعلم الموضوع ودراسته قبل البدء بتعلم كيفية تنفيذ قاعدة بيانات برمجيًا، فلا يمكن بناء قاعدة بيانات قوية متينة الارتباطات سليمة القيود موحَّدة عديمة التكرارات دون دراسة موضوع التصميم نظريًا وإتقانه عمليًا وذلك بتصميم قواعد بيانات نموذجية والإطلاع على تصميمات أخرى لقواعد بيانات صممها مهندسون أكفَّاء.

يشرح هذا الكتاب عملية تصميم قاعدة بيانات شرحًا موجزًا غير مخل، إذ يبدأ أولًا بتغطية كل المفاهيم المتعلقة بقواعد البيانات بدءًا من فكرة قاعدة البيانات بالأصل واختلافها عن أي نظام تخزين بيانات، وحتى العملية التصميمية وعمليات نمذجة البيانات وتمثيلها وعمليات الربط بين جداول البيانات وما يقوم عليها ثم يبني بعدها على ذلك كله شارحًا عملية تصميم قواعد البيانات وتطويرها حتى رسم مخطط ER النهائي لجداول قاعدة البيانات، وهو مخطط نموذج الكيان والعلاقة الواصف لقاعدة البيانات وجداولها وكل تفصيلة فيها، ثم يشرح بعدها كيفية تنفيذ المخطط الناتج عبر لغة SQL ولا يغيب عنه التطرق إلى أنظمة إدارة قواعد البيانات DBMS مع ذكر أشهرها.

هذا الكتاب مترجم عن كتاب Database Design - 2nd Edition "تصميم قاعدة بيانات - الإصدار الثاني" لصاحبيه إيدرين وات Adrienne Watt ونيلسون إنج Nelson Eng وهو مبني في الأصل على عدة مصادر ركيزتها كتاب Database Design للمؤلف الأول إيدرين وات، فالمصادر المبني عليها كل فصل مدرجة في نهايته ويمكنك الرجوع إلى الكتاب الأجنبي الأصل إن أردت الإطلاع عليها، كما أن هذا الكتاب الأجنبي يُعتمد في بعض الجامعات لتدريس مادة تصميم قواعد البيانات في فصول قسم علوم الحاسوب وتصميم البرمجيات.

انتبه إلى أن هذا الكتاب لا يركز على عملية تنفيذ قواعد البيانات وبرمجتها بل يركز على عملية تصميم قاعدة بيانات وكيفية نمذجتها وإن كان يتطرق إلى لغة SQL سريعًا شارحًا باقتضاب كيفية إنشاء قاعدة بيانات والعمليات الأساسية للتعديل عليها، أما إذا أردت الاستزادة والتعمق في هذا الموضوع، فننصحك بالرجوع إلى كتاب ملاحظات للعاملين بلغة SQL وكتاب الدليل العملي إلى قواعد بيانات PostgreSQL وتوثيق لغة SQL من موسوعة حسوب وأي كتب ومصادر أخرى تصب في هذا المجال.

تجد في نهاية كل فصل من فصول الكتاب قائمة بالمصطلحات الأساسية التي ناقشها الفصل وتحدث عنها بالعربية وما يقابلها بالإنجليزية ليسهل عليك البحث عنها أو الرجوع إلى أي مصادر أجنبية كما تجد في نهايته تمارين تساعدك على ترسيخ ما تعلمت، لذا ننصحك بالاهتمام بها لتحقيق أقصى استفادة مما تعلمت من الفصل، وإن احتجت إلى أي مساعدة، فلا تتردد بطرح سؤالك في قسم الأسئلة والأجوبة في أكاديمية حسوب أو في مجتمع حسوب IO.

إذا كان لديك اقتراح أو تصحيح على النسخة العربية من الكتاب أو أي ملاحظة حول أي مصطلح من المصطلحات المستعملة، يرجى إرسال بريد إلكتروني إلى academy@hsoub.com. إذا ضمَّنتَ جزءًا من الجملة التي يظهر الخطأ فيها على الأقل، فهذا يسهِّل علينا البحث، وحبذا إضافة أرقام الصفحات والأقسام.

جميل بيلوني

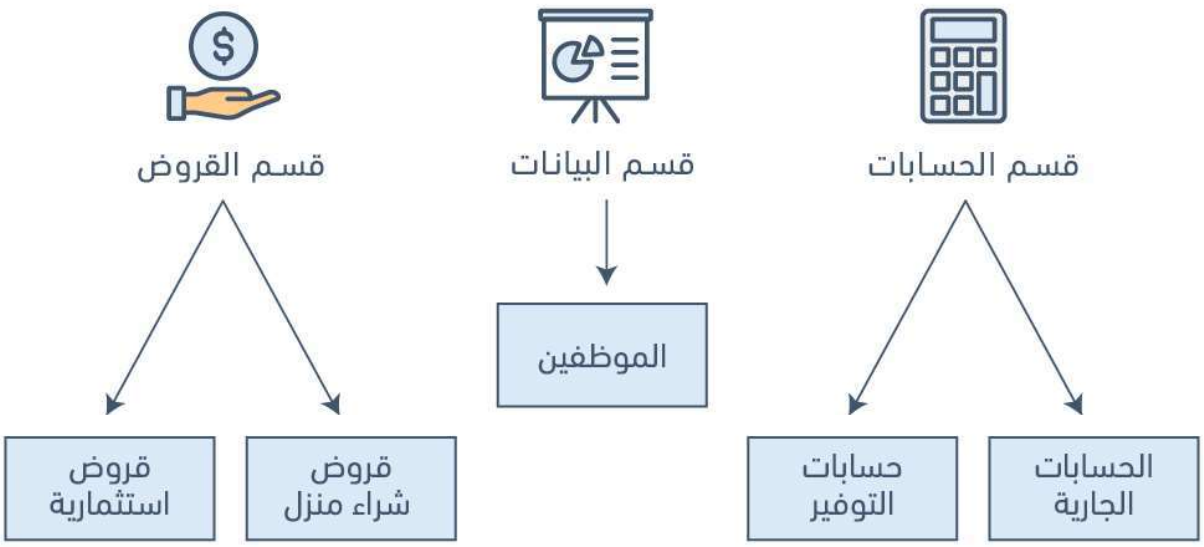
2022/02/20

1. ما قبل ظهور أنظمة قواعد البيانات

قطعت الطريقة التي تدير بها أجهزة الحاسوب البيانات شوطًا طويلًا على مدار العقود القليلة الماضية، كما يأخذ مستخدمي الحاسوب اليوم المزايا العديدة الموجودة في نظام قواعد البيانات أمرًا مسلَّمًا به على الرغم من عدم مرور وقت طويل على اعتماد أجهزة الحاسوب النظام القائم على الملفات File-based System والذي يُعَدّ النهج الأقل في الأناقة والتكلفة لإدارة البيانات.

1.1 النظام القائم على الملفات

يُعَدّ تخزين المعلومات في ملفات دائمة في الحاسوب إحدى طرق الحفاظ عليها، فمثلًا، يملك نظام الشركة عددًا من البرامج التطبيقية والمصمَّمة لمعالجة ملفات البيانات تلك، ثم توليد المخرجات والنتائج في ملفات أخرى، حيث تُصمَّم هذه البرامج بناءً على طلب المستخدِمين في المؤسسة، كما تضاف برامج جديدة إلى النظام عند الحاجة إليها، ويسمى هذا النظام بالنظام القائم على الملفات File-based System، فمثلًا، يمكن استخدام النظام القائم على الملفات لإدارة بيانات نظام مصرِفي تقليدي كما هو موضح في الشكل أدناه، حيث يوجد أقسام مختلفة في المصرِف، ولكل منها برامج خاصة لإدارة ومعالجة ملفات البيانات المختلفة، كما يمكن استخدام برامج لأداء عمليات عديدة في الأنظمة المصرفية، مثل: الخصم من الحساب أو ائتمانه، وإنشاء كشف برصيد الحساب، وإضافة قروض عقارية جديدة، وإنشاء كشوف حسابات شهرية.



الشكل 1.1: مثال على نظام قائم على الملفات لبنك يستعمله لإدارة البيانات

1.2 عيوب النظام القائم على الملفات

يملك النظام القائم على الملفات والمستخدَم لحفظ المعلومات التنظيمية العديد من العيوب، والتي دفعت فيما بعد لتطوير أنظمة جديدة أكثر كفاءة، نذكر منها التالي:

1.2.1 تكرار البيانات Data redundancy

غالبًا ما تُنشأ ملفات البيانات الخاصة بالمؤسسة من طرف العديد من المبرمجين من أقسام مختلفة على مدى فترات طويلة من الزمن، مما يؤدي إلى تكرار البيانات عند تحديث أحد الحقول في أكثر من موضع واحد، حيث تسبب هذه العملية العديد من المشاكل، منها:

- عدم توحيد تنسيق البيانات.
- الاحتفاظ بالمعلومة نفسها في عدة أماكن مختلفة، أي ضمن ملفات مختلفة.
- عدم تناسق البيانات، وهو الموقف الذي تتعارض فيه النسخ المختلفة من البيانات نفسها، مما يُهدر مساحة التخزين ويضاعف الجهد.

1.2.2 عزل البيانات

عزل البيانات هو الخاصية التي تحدد متى وكيف تصبح التغييرات التي يتم إجراؤها بواسطة عملية معينة مرئيةً للمستخدِمين المتزامنين، والأنظمة المتزامنة الأخرى؛ ويؤدي حدوث أي مشكلة في مزامنة البيانات إلى صعوبة استرجاع البيانات المناسِبة من قِبل التطبيقات الأخرى التي تصل لنفس البيانات والتي ربما تكون مخزَّنة في عدة ملفات مختلفة.

1.2.3 مشاكل السلامة

تُعَدّ مشاكل سلامة البيانات عيبًا آخرًا لاستخدام النظام القائم على الملفات، حيث تشير سلامة البيانات data integrity إلى صيانة البيانات، والتأكد من صحة وتناسق البيانات الموجودة في قاعدة البيانات، حيث يجب مراعاة العوامل التالية أثناء معالجة هذه المشكلة:

- يجب على قيم البيانات استيفاء قيود تناسق معينة ومحدَّدة في برامج التطبيق.
- من الصعب إجراء تغييرات على برامج التطبيق من أجل فرض قيود جديدة.

1.2.4 مشاكل الأمان

يُعَدّ الأمان مشكلةً في النظام القائم على الملفات للأسباب التالية:

- وجود قيود تتعلق بالحصول على الصلاحيات.
- تُضاف متطلبات التطبيق إلى النظام بطرق مخصصة، لذلك من الصعب فرض القيود.

1.2.5 الوصول المتزامن

التزامن هو قدرة قاعدة البيانات على السماح لعدة مستخدِمين بالوصول للسجل نفسه دون التأثير سلبًا على معالجة المعامَلات. يجب على النظام القائم على الملفات إدارة التزامن وضبطه باستخدام برامج تطبيقية، حيث يُقفَل الملف ويُمنَع الوصول إليه عندما يفتحه تطبيق ما، مما يعني أنه لا يمكن لأي شخص آخر الوصول إلى ذاك الملف في الوقت نفسه آنذاك.

تُدير أنظمة قواعد البيانات عملية التزامن من خلال السماح لعدة مستخدِمين من الوصول إلى السجل نفسه، ويُعَدّ هذا فرق مهم بين قواعد البيانات والأنظمة القائمة على الملفات.

1.3 نظام قواعد البيانات

دفعت الصعوبات الناشئة عن استخدام النظام القائم على الملفات إلى تطوير نظام جديد لإدارة الكميات الكبيرة من المعلومات التنظيمية، والذي يُسمى بنظام قاعدة البيانات.

تلعب قواعد البيانات وتقنيتها دورًا مهمًا في معظم المجالات التي تُستخدَم فيها أجهزة الحاسوب، بما في ذلك الأعمال التجارية، والتعليم، والطب، وغيرها، وسنبدأ في هذا الفصل بتقديم بعض المفاهيم الأساسية المتعلقة بهذا المجال لفهم أساسيات أنظمة قواعد البيانات.

1.3.1 دور قواعد البيانات في إدارة الأعمال

يستخدِم الجميع قواعد البيانات بطريقة أو بأخرى، حتى ولو كانت استخدامات بسيطة مثل تخزين معلومات عن أصدقائهم وعائلاتهم فقط، كما يمكن تدوين هذه البيانات أو تخزينها على جهاز حاسوب باستخدام برنامج

معالجة النصوص، أو يمكن حفظها على صورة جداول، ومع ذلك فإنّ أفضل طريقة لتخزين البيانات هي استخدام برامج إدارة قواعد البيانات، وهي أدوات برمجية قوية تسمح لك بتخزين البيانات، ومعالجتها، واسترجاعها بعدة طرق مختلفة.

تتتبّع معظم الشركات معلومات العملاء من خلال تخزينها في قاعدة بيانات، وقد تشمل هذه البيانات العملاء، أو الموظفين، أو المنتجات، أو الطلبات، أو أي شيء آخر يساعد الشركة في تنفيذ مهامها.

1.4 معنى البيانات

تُعَدّ البيانات Data معلومات واقعيةً، مثل: القياسات، أو الإحصائيات حول الأشياء والمفاهيم، كما تُستخدَم للمناقشات، أو على أساس جزء من العمليات الحسابية، و يمكن أن تكون هذه البيانات شخصًا، أو مكانًا، أو حدَثًا، أو إجراءً، أو أي شيء آخر، حيث تُمثِّل كل معلومة أو حقيقة معينة عنصرًا من عناصر البيانات أي data element.

إذا كانت البيانات معلومات، وكانت المعلومات هي ما نعتمد عليه في العمل، فيمكنك البدء في معرفة المكان الذي قد تخزِّن هذه البيانات فيه، فمثلًا، يُمكن تخزين البيانات في:

- ملفات تخزين مخصصة
- جداول البيانات
- المجلدات
- الدفاتر
- القوائم
- الأوراق

تخزِّن كل هذه المواد المعلومات وكذلك قاعدة البيانات.

بسبب الطبيعة الميكانيكية لقواعد البيانات، نجد أنَّ لها مقدرة كبيرة على إدارة ومعالجة المعلومات المُخزَّنة فيها، مما يجعل هذه المعلومات أكثر فائدة لعملك.

يمكننا البدء من خلال هذا الفهم للبيانات في رؤية كيف يمكن لقاعدة البيانات تخزين مجموعة من البيانات، وتنظيمها، وإجراء بحث سريع عليها، واسترجاعها، ومعالجتها. ويتضمن هذا الكتاب والفصول التالية الكثير من التفاصيل عن أنظمة إدارة قواعد البيانات وكيفية التعامل معها.

1.5 مصطلحات أساسية

- **التزامن Concurrency**: هو قدرة قاعدة البيانات على السماح لعدة مستخدمين من الوصول إلى السجل نفسه دون التأثير سلبًا على معالجة المعاملات.
- **عنصر البيانات Data element**: حقيقة أو معلومة واحدة.
- **عدم تناسق البيانات Data inconsistency**: الحالة التي تتعارض فيها النسخ المختلفة للبيانات نفسها بعضها مع بعض.
- **عزل البيانات Data isolation**: الخاصية التي تحدد متى وكيف تصبح التغييرات التي تجري بواسطة عملية معينة مرئيةً للمستخدِمين المتزامنين والأنظمة المتزامنة الأخرى.
- **سلامة البيانات Data integrity**: يشير إلى الصيانة والتأكد من أن البيانات في قاعدة البيانات صحيحة ومتّسقة.
- **تكرار البيانات Data redundancy**: حالة تحدث في قاعدة بيانات عندما يحتاج أحد الحقول إلى التحديث في أكثر من جدول.
- **نظام قاعدة البيانات Database approach**: وهو الذي يسمح بإدارة كميات كبيرة من المعلومات التنظيمية.
- **برامج إدارة قواعد البيانات Database management software**: أداة برمجية قوية تتيح لك تخزين البيانات، ومعالجتها، واسترجاعها بطرق مختلفة.
- **النظام القائم على الملفات File-based system**: وهو عبارة عن برنامج تطبيق مصمَّم للتعامل مع ملفات البيانات.

1.6 تمارين

1. ناقش كل من المصطلحات التالية:
    - البيانات
    - الحقل
    - السجل
    - الملف
2. ما هو تكرار البيانات؟

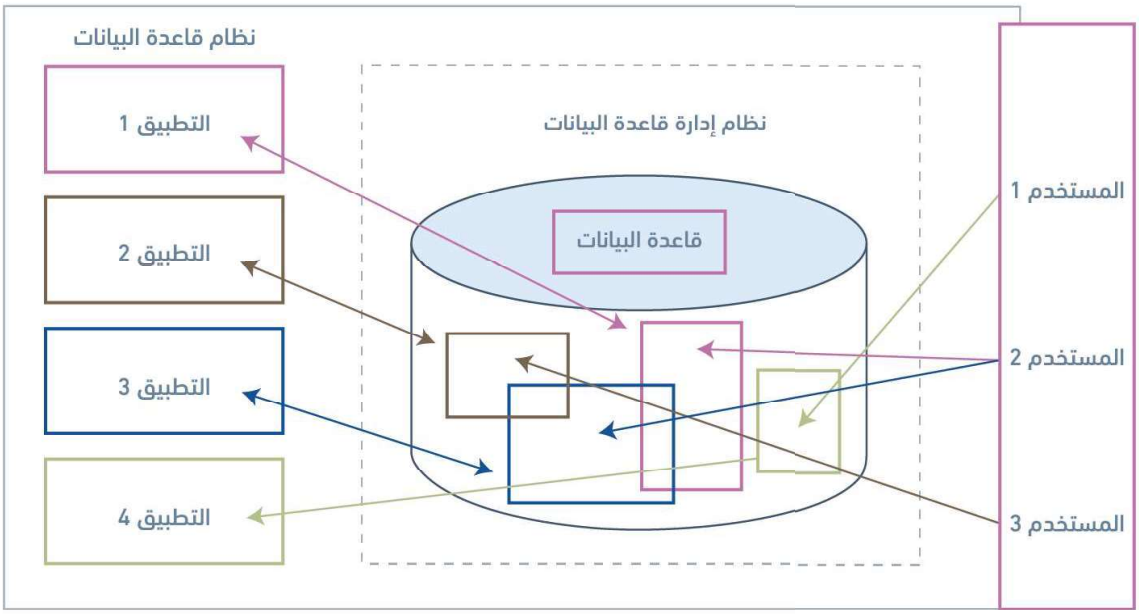
3. ناقش عيوب النظام القائم على الملفات.
4. اشرح الفرق بين البيانات والمعلومات.
5. استخدم الجدول أدناه للإجابة على الأسئلة التالية.
   - كم عدد السجلات التي يحتوي عليها الملف؟
   - كم عدد الحقول في كل سجل؟
   - ما المشكلة التي قد تواجهها إذا أردت إنشاء قائمة مرتبة حسب المدينة؟
   - كيف يمكنك حل هذه المشكلة عن طريق تعديل هيكلة الملف؟

PROJECT CODE	PROJECT MANAGER	MANAGER PHONE	MANAGER ADDRESS	PROJECT BID PRICE
21-5Z	Holly B. Parker	904-338-3416	3334 Lee Rd., Gainesville, FL 37123	$16،833،460,00
25-2D	Jane D. Grant	615-898-9909	218 Clark Blvd., Nashville, TN 36362	$12,500،000,00
25-5A	George F. Dorts	615-227-1245	124 River Dr., Franklin, TN 29185	$32،512،420,00
25-9T	Holly B. Parker	904-338-3416	3334 Lee Rd., Gainesville, FL 37123	$21،563،234,00
27-4Q	George F. Dorts	615-227-1245	124 River Dr., Franklin, TN 29185	$10،314،545,00
29-2D	Holly B. Parker	904-338-3416	3334 Lee Rd., Gainesville, FL 37123	$25،559،999,00
31-7P	0/11liam K. Moor	904-445-2719	216 Morton Rd., Stetson, FL 30155	$56،850،000,00

2. مفاهيم قواعد البيانات الأساسية

سنتعرف في هذا الفصل على أهم المصطلحات والمفاهيم الأساسية في قواعد البيانـات بـدءًا من التعـرف على مفهوم قاعد البيانات بحد ذاته ثم التعرف إلى الصفات التي تتصف فيها قواعد البيانات وأخيرًا التعرف على مفهوم أنظمة إدارة قواعد البيانات وتصنيفاتها المندرجة ضمنها.

2.1 ما هي قاعدة البيانات؟



الشكل 2.1: قاعدة البيانات هي مستودع للبيانات

تُعَدّ قاعدة البيانات database تجميعة مشتركة من البيانات ذات الصلة، وتُستخدَم لدعم أنشطة منظَمة معينة، كما يمكن النظر إلى قاعدة البيانات على أساس مستودع للبيانات التي تُعرَّف مرةً واحدةً، ومن ثم يمكن الوصول إليها من مستخدِمين مختلِفين كما هو موضح في الشكل التالي.

2.2 خصائص قاعدة البيانات

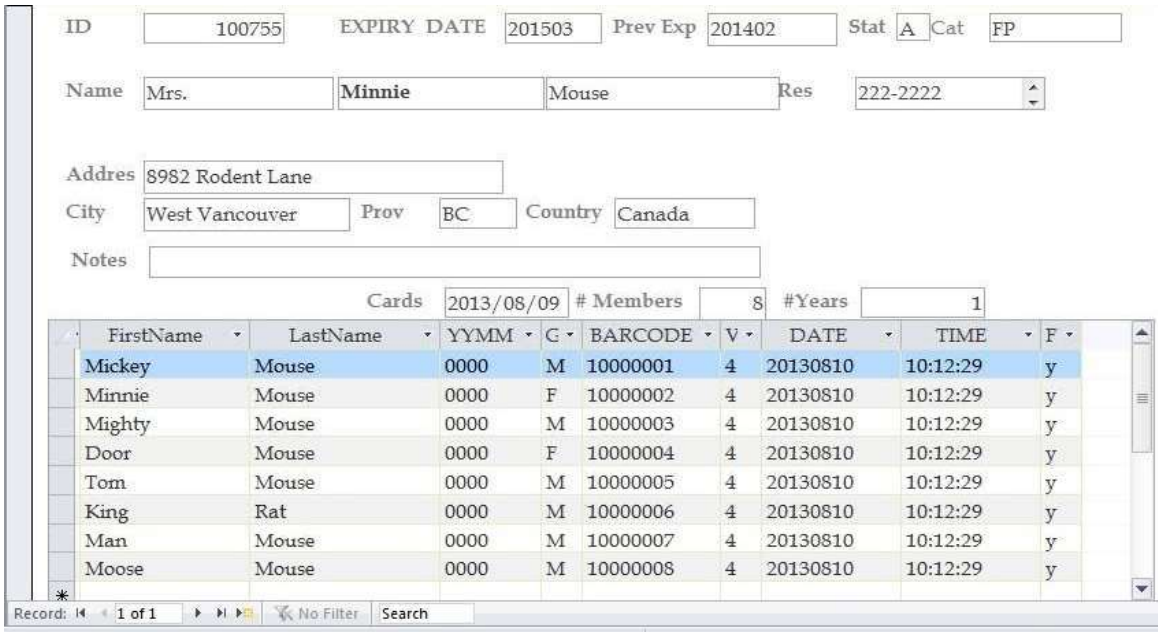
تملك قاعدة البيانات الخصائص التالية:

- تُمثِّل بعض جوانب العالم الحقيقي، أو تجميعة من عناصر البيانات data elements -أو الحقائق facts- التي تُمثِّل معلومات مستقاة من الواقع.
- تُعَدّ قاعدة البيانات منطقيةً، ومتماسكةً، ومُتسقةً داخليًا.
- صُممَت قاعدة البيانات وبُنيت ومُلِئت بالبيانات لخدمة غرض معيّن.
- يُخزَّن كل عنصر بيانات في حقل field.
- تُكوِّن مجموعة الحقول جدولًا table، فمثلًا، يحتوي كل حقل في جدول الموظف على بيانات حول موظف فردي.

يمكن أن تحتوي قاعدة البيانات على العديد من الجداول، فمثلًا، قد يحتوي نظام العضوية membership system على جدول عنوان، وجدول عضو فردي كما هو موضح في الشكل 2.

تتكون منظمة عالم العلوم مثلًا من عدة أعضاء، وهم: أفراد individuals، ومنازل جماعية group homes، وأعمال تجارية businesses، وشركات corporations، حيث يملكون عضوية نشطة في هذه المنظمة، كما يمكن شراء العضوية لمدة سنة أو سنتين، وبعد ذلك يمكن تجديدها لمدة سنة أو سنتين أيضًا.

نلاحظ في الشكل أنّ ميني ماوس Minnie Mouse قد جددت عضوية العائلة في منظمة عالم العلوم Science World، كما نلاحظ أنّ كل شخص يملك المعرِّف رقم 100755 يعيش في العنوان التالي: 8932 Rodent Lane. والأعضاء الأفراد كما يظهر في الشكل وهم: Mickey Mouse و Minnie Mouse وحتى Moose Mouse كما هو ظاهر.



الشكل 2.2: نظام العضوية في Science World

2.3 أنواع مستخدمي قاعدة البيانات

يندرج مستخدمو قواعد قواعد البيانات ضمن أحد التصنيفات التالية:

1. **المستخدمون النهائيون End Users**: هم الأشخاص الذين تتطلب وظائفهم الوصول إلى قاعدة بيانات للاستعلام عن التقارير وتحديثها وإنشائها.

2. **مستخدم التطبيق Application user**: هو الشخص الذي يصل إلى برنامج تطبيقي موجود لأداء المهام اليومية.

3. **المستخدمون الخبراء Sophisticated users**: هم المستخدمون الذين لديهم طريقتهم الخاصة في الوصول إلى قاعدة البيانات. هذا يعني أنهم لا يستخدمون البرنامج التطبيقي المتوفّر في النظام، فقد يحدّدون التطبيق الخاص بهم أو يصفِون حاجتهم مباشرةً باستخدام لغات استعلام. يحتفظ هؤلاء المستخدمون المتخصصون بقواعد بياناتهم الشخصية باستخدام حزم البرامج الجاهزة التي توفر أوامر قائمةً على القوائم menu driven commands وسهلة الاستخدام مثل برنامج MS Access.

4. **مبرمجو التطبيقات Application Programmers**: يطبّق هؤلاء المستخدمون برامج تطبيقية محددة للوصول إلى البيانات المخزَّنة، حيث يجب أن يكونوا على دراية بنظم إدارة قواعد البيانات لإنجاز مهامهم بطريقة سليمة.

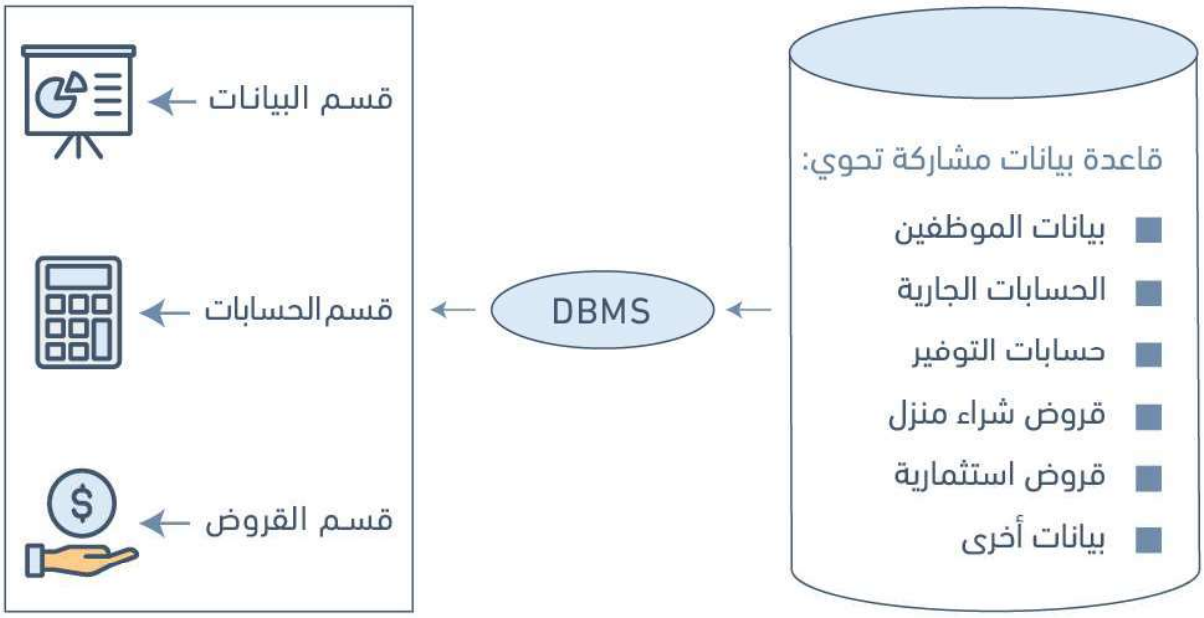
5. **مسؤولو قاعدة البيانات**: قد يكون مسؤول قاعدة البيانات Database Administrator -أو DBA اختصارًا- شخصًا أو مجموعة من الأشخاص في مؤسسةٍ، المسؤولين عن إعطاء التصريح بالوصول إلى قاعدة البيانات ومراقبة استخدامها وإدارة جميع الموارد لدعم استخدام نظام قاعدة البيانات بأكمله.

2.4 نظام إدارة قواعد البيانات وتصنيفاتها

يُعَدّ نظام إدارة قواعد البيانات database management system - أو DBMS اختصارًا- تجميعةً من البرامج التي تُمكِّن المستخدِمين من إنشاء قواعد البيانات databases، والحفاظ عليها، والتحكم في جميع عمليات الوصول إليها، كما يُعَدّ الهدف الأساسي لنظام إدارة قواعد البيانات هو توفير بيئة ملائمة وفعالة للمستخدِمين لاسترجاع المعلومات وتخزينها.

يمكننا باستخدام نظام قواعد البيانات DBMS تمثيل النظام المصرفي التقليدي كما هو موضح في الشكل التالي، حيث يُستخدَم في هذا المثال المصرفي نظام إدارة قواعد البيانات من قِبَل قسم شؤون الموظفين، وقسم الحسابات، وقسم إدارة القروض، للوصول إلى قاعدة البيانات المشتركة للشركة.

يمكن تصنيف أنظمة إدارة قواعد البيانات بناءً على عدة معايير، مثل: نموذج البيانات data model، وأعداد المستخدمين user numbers، وتوزيع قاعدة البيانات database distribution؛ وفيما يلي بيان تفصيلي لكل من هذه المعايير.



الشكل 2.3: نظام إدارة قواعد البيانات المصرفية

2.4.1 التصنيف على أساس نموذج البيانات

نموذج البيانات الأكثر انتشارًا والمستخدم اليوم هو نموذج البيانات العلائقية relational data model، وذلك لأن جميع نظم إدارة قواعد البيانات، مثل: Oracle، وMS SQL Server، و DB2، و MySQL، تدعمه، ولا تزال النماذج التقليدية traditional models الأخرى مثل نماذج البيانات الهرمية hierarchical data models،

ونمـاذج بيانـات الشـبكة network data models مسـتخدَمةً في الصـناعة بصـورة أساسـية على منصـات الحواسيب المركزية، ولكن نجدها محصورةً في استخدامات بسيطة بسبب تعقيدها، ويشار إليها على أنها نماذج تقليدية traditional models لأنها سبقت النمـوذج العلائقي relational model. وقـد ظهـرت في السـنوات الأخيرة نماذج البيانات كائنية التوجه object-oriented data models، وهي نظـام لإدارة قاعـدة بيانـات، حيث تُمثَّل فيه المعلومات في شكل كائنات كما هو مستخدم في البرمجة كائنية التوجه.

تختلف قواعد البيانات كائنية التوجه عن قواعد البيانـات العلائقيـة relational databases، والـتي تعتمـد على الجـدول أي تُعَـدّ جدوليـة التوجـه table-oriented، كمـا تجمـع أنظمـة إدارة قواعـد البيانـات كائنية التوجه Object-oriented database management systems -وتختصر إلى OODBMS- بين إمكانيات قاعدة البيانات وإمكانيات لغات البرمجة كائنية التوجه.

ما زال انتشار قواعد البيانات كائنية التوجه ضعيف موازنة بقواعد البيانـات العلائقيـة وذلـك يرجـع إلى عـدم تعرُّف المستخدمين عليها بعد، ويوجد بعض الأمثلة على نظم إدارة قواعد البيانات كائنية التوجه، وهي:

- O2
- ObjectStore
- Jasmine

2.4.2 التصنيف على أساس أعداد المستخدمين

يمكن تصنيف نظم إدارة قواعد البيانات بناءً على عدد المسـتخدِمين القـادر على دعمهم، حيث من الممكن دعم مسـتخدِم وحيـد ويسـمى نظـام قواعـد بيانـات أحـادي المسـتخدِم single-user database system، أو دعم العديـد من المسـتخدِمين بصـورة متزامنـة ويسـمى نظـام قواعـد بيانـات متعـدد المستخدِمين multiuser database system.

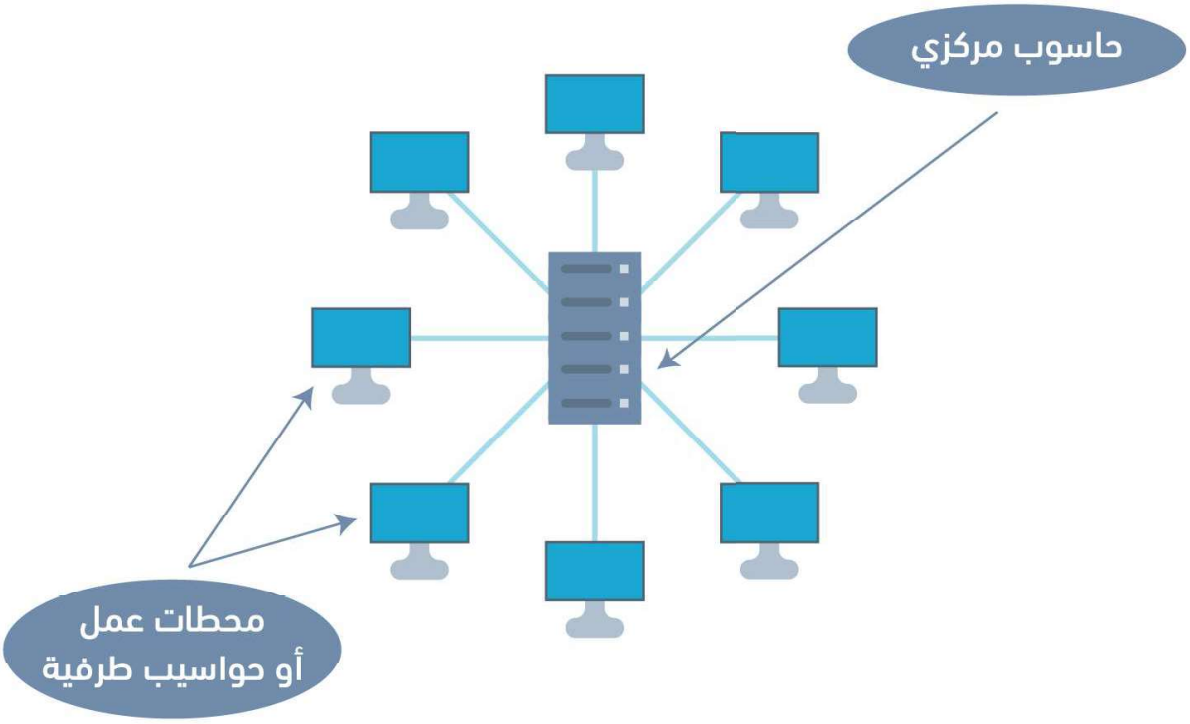
2.4.3 التصنيف على أساس توزيع قاعدة البيانات

توجد أربعة أنظمة توزيع رئيسية لأنظمة قواعد البيانات، ويمكن استخدامها لتصنيف قواعد البيانات حسـب ماهو موضح أدناه.

I. الأنظمة المركزية Centralized systems

يُخزَّن نظام إدارة قواعد البيانات DBMS وقاعدة البيانات database عند استخدام الأنظمـة المركزيـة لقواعـد البيانات centralized database system في موقع واحد تستخدمه أنظمةً أخـرى عديـدةً كمـا هـو موضَّـح في الشكل التالي.

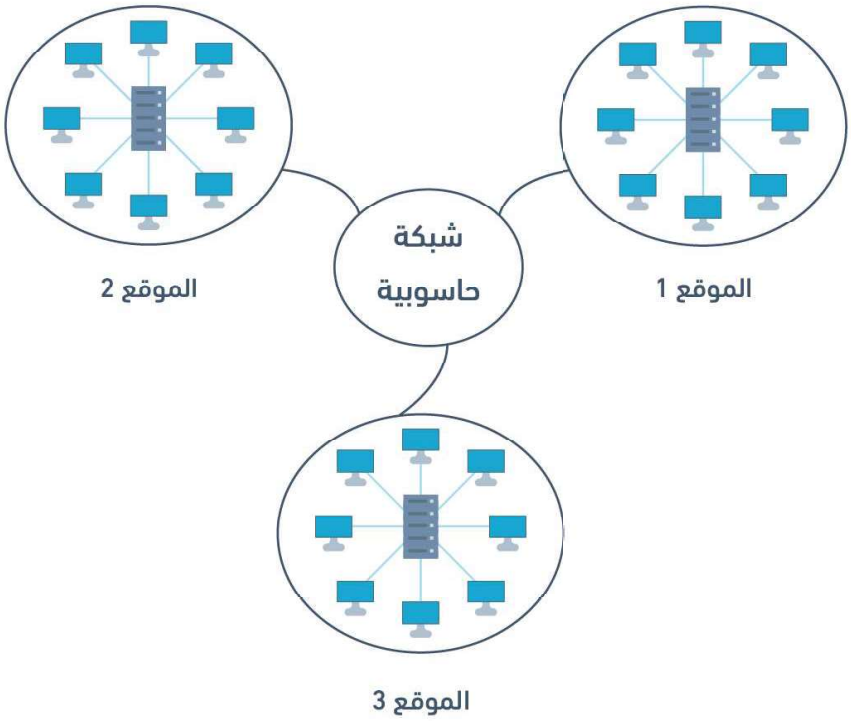
استخدَمت العديد من المكتبات الكندية في أوائل الثمانينيات نظام GEAC 8000 لتحويل دليل أو فهـرس البطاقات اليدوية إلى أنظمة فهرس مركزية يمكن قراءتها آليًا، حيث يحتوي كل فهرس على حقـل بـاركود مشـابه لذلك الموجود في منتجات المتاجر.



الشكل 2.4: مثال على نظام قاعدة بيانات مركزية.

ب. نظام قاعدة البيانات الموزعة

يـوزَّع نظـام إدارة قواعـد البيانـات DBMS وقاعـدة البيانـات database في نظـام قاعـدة البيانـات الموزعـة distributed database system من مواقع مختلفة متصلة بشبكة حاسوب، كما هو موضَّح في الشكل التالي.



الشكل 2.5: مثال على نظام قاعدة بيانات موزعة.

ج. أنظمة قواعد البيانات الموزعة المتجانسة

تستخدِم أنظمة قواعد البيانات الموزعة المتجانسة Homogeneous distributed database systems برنامج إدارة قواعد البيانات نفسه من مواقع متعددة، كما يمكن تبادل البيانات بين هذه المواقع المختلفة بسهولة، فمثلًا، تستخدِم أنظمة معلومات المكتبات library information systems من البائع نفسه مثل نظام Geac Computer Corporation لإدارة قواعد البيانات نفسه، والذي يسمح بتبادل البيانات بسهولة بين مواقع مكتبة Geac المختلفة.

د. أنظمة قواعد البيانات الموزعة غير المتجانسة

تستخدِم مواقع مختلفة برنامج إدارة قواعد بيانات مختلف في نظام قاعدة البيانات الموزعة غير المتجانسة heterogeneous distributed database system، ولكن هناك برامج مشتركة إضافية تدعم تبادل البيانات بين هذه المواقع، فمثلًا، تستخدِم أنظمة قاعدة بيانات المكتبات المختلفة تنسيق الفهرسة المقروءة آليًا machine-readable cataloging -أي MARC اختصارًا- نفسه لدعم تبادل بيانات تسجيلات المكتبة.

2.5 مصطلحات أساسية

- **عناصر البيانات data elements**: حقائق تُمثِّل معلومات مستقاة من الواقع.
- **قاعدة البيانات database**: تجميعة مشتركة من البيانات ذات الصلة، وتُستخدَم لدعم أنشطة منظمة معيَّنة.
- **نظام إدارة قواعد البيانات database management system أو DBMS**: تجميعة من البرامج التي تُمكِّن المستخدِمين من إنشاء قواعد البيانات، والحفاظ عليها، والتحكم في جميع عمليات الوصول إليها.
- **الجدول table**: مجموعة من الحقول fields.
- **نظام قاعدة البيانات المركزي centralized database system**: يُخزَّن نظام إدارة قواعد البيانات DBMS وقاعدة البيانات database عند استخدام الأنظمة المركزية لقواعد البيانات centralized database system في موقع واحد تستخدمه أنظمةً أخرى عديدةً
- **نظام قاعدة البيانات الموزعة distributed database system**: يوزَّع نظام إدارة قواعد البيانات DBMS وقاعدة البيانات database في نظام قاعدة البيانات الموزعة distributed database system من مواقع مختلفة متصلة بشبكة حاسوب.
- **نظام قاعدة البيانات الموزعة غير المتجانسة heterogeneous distributed database system**: تستخدِم مواقع مختلفة برنامج إدارة قواعد بيانات مختلف، ولكن هناك برامج مشتركة إضافية تدعم تبادل البيانات بين هذه المواقع.
- **نظام قاعدة البيانات الموزعة المتجانسة homogeneous distributed database systems**: تستخدِم برنامج إدارة قواعد البيانات نفسه في مواقع متعددة.
- **نظام قاعدة بيانات متعدد المستخدِمين multiuser database system**: هو نظام إدارة قاعدة بيانات يدعم عدة مستخدِمين بصورة متزامنة.
- **نموذج البيانات كائنية التوجه object-oriented data model**: نظام لإدارة قواعد البيانات، حيث تُمثَّل المعلومات فيه على صورة كائنات كما هو مستخدم في البرمجة كائنية التوجه.
- **نظام قاعدة بيانات أحادي المستخِدم single-user database system**: نظام إدارة قاعدة بيانات يدعم مستخدم واحد فقط في كل مرة.
- **النماذج التقليدية traditional models**: هي نماذج البيانات التي سبقت النموذج العلائقي relational model.

- **مبرمج التطبيق application programmer**: هو المستخدم الذي يطبّق برامجًا تطبيقية محددة للوصول إلى البيانات المخزَّنة.
- **مستخدم التطبيق application user**: يمكنه الوصول إلى برنامجٍ تطبيقي لأداء المهام اليومية.
- **مسؤول قاعدة البيانات database administrator أو DBA**: هو الشخص المسؤول عن إعطاء التصريح بالوصول إلى قاعدة البيانات ومراقبة استخدامها وإدارة جميع الموارد لدعم استخدام نظام قاعدة البيانات بأكمله.
- **المستخدم النهائي end user**: هو الشخص الذي تتطلب وظيفته الوصول إلى قاعدة بيانات للاستعلام عن التقارير وتحديثها وإنشائها.
- **المستخدم الخبير sophisticated user**: هو الشخص الذي يستخدم طرقًا أخرى مختلفة عن البرنامج التطبيقي للوصول إلى قاعدة البيانات.

2.6 تمارين

1. ما هو نظام إدارة قواعد البيانات؟
2. ما هي خصائص نظام إدارة قواعد البيانات؟
3. اذكر ثلاثة أمثلة لقواعد بيانات مستقاة من الواقع مثل تحتوي المكتبة على قاعدة بيانات للكتب.
4. اذكر ثلاثة أمثلة لقواعد البيانات العلائقية المستخدَمة والأكثر شيوعًا.
5. ما الفرق بين أنظمة قواعد البيانات المركزية والموزعة؟
6. ما الفرق بين أنظمة قواعد البيانات الموزعة المتجانسة وبين غير المتجانسة؟