Distributed Database Concepts

- A transaction can be executed by multiple networked computers in a unified manner.
- A **distributed database (DDB)** processes Unit of execution (a transaction) in a distributed manner. A distributed database (DDB) can be defined as
  - A distributed database (DDB) is a collection of multiple logically related database distributed over a computer network, and a distributed database management system as a software system that manages a distributed database while making the distribution transparent to the user.

مفاهيم قاعدة البيانات الموزعة

- يمكن تنفيذ الصفقة من قبل أجهزة كمبيوتر متعددة متصلة بالشبكة بطريقة موحدة.
- **عمليات قاعدة البيانات الموزعة (DDB)** وحدة التنفيذ (معاملة) بطريقة موزعة. ويمكن تعريف قاعدة بيانات موزعة (DDB) بأنها
- قاعدة البيانات الموزعة (دب) عبارة عن مجموعة من قاعدة بيانات متعددة منطقيا ذات صلة موزعة على شبكة كمبيوتر، ونظام إدارة قاعدة بيانات موزعة كنظام برمجيات يدير قاعدة بيانات موزعة أثناء جعل التوزيع شفافا للمستخدم.

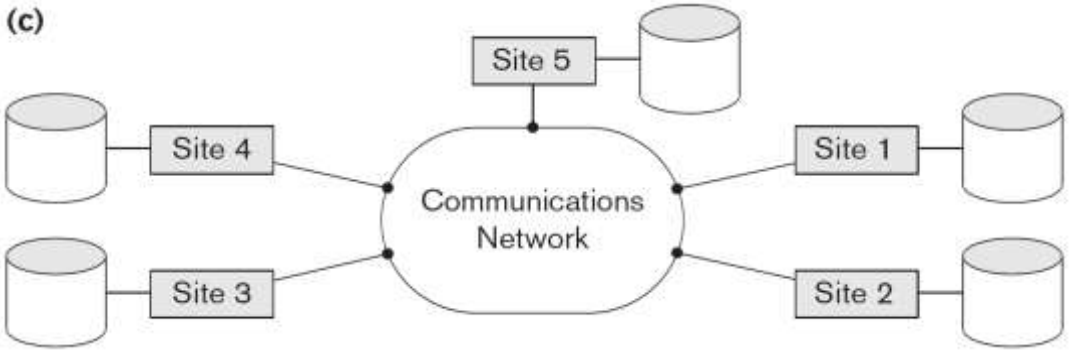
Distributed Database System

- **Advantages**
  - Management of distributed data with different **levels of transparency**:
    - This refers to the physical placement of data (files, relations, etc.) which is not known to the user (distribution transparency).

نظام قاعدة البيانات الموزعة

- **مزايا**
- إدارة البيانات الموزعة بمستويات مختلفة من الشفافية:
- هذا يشير إلى وضع المادية للبيانات (الملفات والعلاقات، وما إلى ذلك) التي لا يعرف للمستخدم (الشفافية التوزيع).

Figure 25.3
Some different database system architectures. (a) Shared nothing architecture. (b) A networked architecture with a centralized database at one of the sites. (c) A truly distributed database architecture.



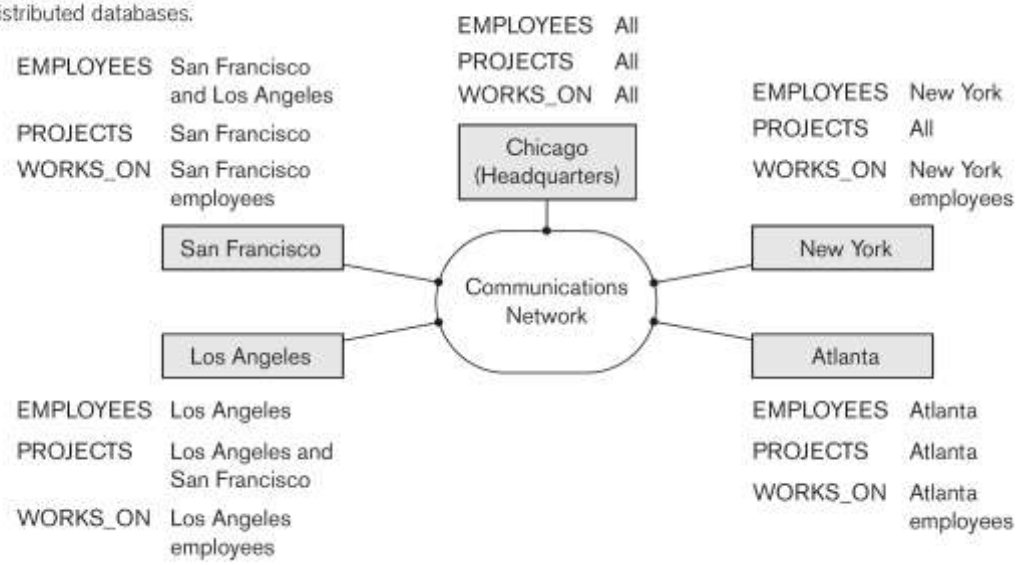
Distributed Database System

- **Advantages (transparency, contd.)**
  - The EMPLOYEE, PROJECT, and WORKS_ON tables may be fragmented horizontally and stored with possible replication as shown below.

نظام قاعدة البيانات الموزعة

- **المزايا (الشفافية، كونتد.)**
  - قد يتم تجزئة جداول إمبلويي و بروجيكت و WORKS_ON أفقيا وتخزينها مع النسخ المتماثل المحتملة كما هو موضح أدناه.

Figure 25.1
Data distribution and replication among distributed databases.



Distributed Database System

- **Advantages (transparency, contd.)**
  - The EMPLOYEE, PROJECT, and WORKS_ON tables may be fragmented horizontally and stored with possible replication as shown below.

نظام قاعدة البيانات الموزعة

- **المزايا (الشفافية، كونتد.)**
  - **الشفافية في التوزيع والشبكة:**
- **المستخدمين لا داعي للقلق حول التفاصيل التشغيلية للشبكة.**
  - هناك شفافية الموقع، والتي تشير إلى حرية إصدار الأوامر من أي مكان دون التأثير على عملها.
  - ثم هناك الشفافية تسمية، والذي يسمح بالوصول إلى أي كائن الأسماء (الملفات والعلاقات، وما إلى ذلك) من أي مكان.

Distributed Database System

- **Advantages (transparency, contd.)**
  - **Replication transparency**:
    - It allows to store copies of a data at multiple sites as shown in the above diagram.
    - This is done to minimize access time to the required data.
  - **Fragmentation transparency**:
    - Allows to fragment a relation horizontally (create a subset of tuples of a relation) or vertically (create a subset of columns of a relation).

نظام قاعدة البيانات الموزعة

- **المزايا (الشفافية، كونتد.)**
- **شفافية النسخ المتماثل:**
  - ويسمح بتخزين نسخ من البيانات في مواقع متعددة كما هو مبين في الرسم البياني أعلاه.
  - ويتم ذلك لتقليل وقت الوصول إلى البيانات المطلوبة.
- **شفافية التجزئة:**
  - يسمح بتجزئة العلاقة أفقيا (إنشاء مجموعة فرعية من توائم العلاقة) أو رأسيا (إنشاء مجموعة فرعية من أعمدة العلاقة).

Distributed Database System

- **Other Advantages**
  - **Increased reliability and availability**:
    - Reliability refers to system live time, that is, system is running efficiently most of the time. Availability is the probability that the system is continuously available (usable or accessible) during a time interval.
    - A distributed database system has multiple nodes (computers) and if one fails then others are available to do the job.

نظام قاعدة البيانات الموزعة

- **مزايا أخرى**
  - **زيادة الموثوقية والتوافر:**
- تشير الموثوقية إلى نظام وقت حي، وهذا هو، النظام يعمل بكفاءة أكثر من مرة. التوافر هو احتمال أن يكون النظام متوفرا بشكل مستمر (قابل للاستخدام أو يمكن الوصول إليه) خلال فترة زمنية.
- نظام قاعدة البيانات الموزعة له عقد متعددة (أجهزة الكمبيوتر) وإذا فشل واحد ثم الآخرين متاحة للقيام بهذه المهمة.

Distributed Database System

- **Other Advantages**
  - **Increased reliability and availability**:
    - Reliability refers to system live time, that is, system is running efficiently most of the time. Availability is the probability that the system is continuously available (usable or accessible) during a time interval.
    - A distributed database system has multiple nodes (computers) and if one fails then others are available to do the job.

نظام قاعدة البيانات الموزعة

- مزايا أخرى
- **زيادة الموثوقية والتوافر:**
- الموثوقية يشير إلى نظام الوقت الحية، وهذا هو، نظام يعمل بكفاءة أكثر من مرة. التوافر هو احتمال أن يكون النظام متوفرا بشكل مستمر (قابل للاستخدام أو يمكن الوصول إليه) خلال فترة زمنية.
- نظام قاعدة بيانات موزعة له عقد متعددة (أجهزة الكمبيوتر) وإذا فشل واحد ثم الآخرين متاحة للقيام بهذه المهمة.

Distributed Database System

- **Other Advantages (contd.)**
  - **Improved performance:**
    - A distributed DBMS fragments the database to keep data closer to where it is needed most.
    - This reduces data management (access and modification) time significantly.
  - **Easier expansion (scalability):**
    - Allows new nodes (computers) to be added anytime without chaining the entire configuration.

نظام قاعدة البيانات الموزعة

- مزايا أخرى (كونتد.)
- **تحسين الأداء:**
- و دبمس توزيع أجزاء قاعدة البيانات للحفاظ على البيانات أقرب إلى حيث هناك حاجة إليها.
- هذا يقلل من إدارة البيانات (الوصول والتعديل) الوقت بشكل كبير.
- **توسع أسهل (قابلية التوسع):**
- يسمح العقد الجديدة (أجهزة الكمبيوتر) ليتم إضافتها في أي وقت دون تسلسل التكوين بأكمله.

Data Fragmentation, Replication and Allocation

- **Horizontal fragmentation**
  - It is a horizontal subset of a relation which contain those of tuples which satisfy selection conditions.
  - Consider the Employee relation with selection condition (DNO = 5). All tuples satisfy this condition will create a subset which will be a horizontal fragment of Employee relation.
  - A selection condition may be composed of several conditions connected by AND or OR.
  - Derived horizontal fragmentation: It is the partitioning of a primary relation to other secondary relations which are related with Foreign keys.

تجزئة البيانات، النسخ المتماثل والتخصيص

- **تجزئة أفقية**
  - وهي مجموعة فرعية أفقية من العلاقة التي تحتوي على تلك من التوائم التي تلبي شروط الاختيار.
  - النظر في علاقة الموظف مع شرط الاختيار (دنو = ٥). جميع الأبراج تلبية هذا الشرط سيخلق مجموعة فرعية والتي سوف تكون جزء أفقي من علاقة الموظف.
  - يمكن أن يتكون شرط التحديد من عدة شروط متصلة بواسطة أند أو أور.
  - تشتت الأفقي المشتقة: هو تقسيم العلاقة الأولية إلى العلاقات الثانوية الأخرى التي ترتبط مع مفاتيح الخارجية.

Data Fragmentation, Replication and Allocation

- **Vertical fragmentation**
  - **It is a subset of a relation which is created by a subset of columns. Thus a vertical fragment of a relation will contain values of selected columns. There is no selection condition used in vertical fragmentation.**
  - **Consider the Employee relation. A vertical fragment of can be created by keeping the values of Name, Bdate, Sex, and Address.**
  - **Because there is no condition for creating a vertical fragment, each fragment must include the primary key attribute of the parent relation Employee. In this way all vertical fragments of a relation are connected.**

تجزئة البيانات، النسخ المتماثل والتخصيص

- **التجزؤ العمودي**
  - وهي مجموعة فرعية من العلاقة التي يتم إنشاؤها بواسطة مجموعة فرعية من الأعمدة. وبالتالي فإن جزء عمودي من العلاقة سوف تحتوي على قيم الأعمدة المحددة. لا توجد حالة اختيار المستخدمة في التجزئة الرأسية.
  - النظر في علاقة الموظف. يمكن إنشاء جزء عمودي من الحفاظ على قيم الاسم، بديت، الجنس، والعنوان.
  - لأنه لا يوجد شرط لإنشاء جزء رأسي، يجب أن تتضمن كل جزء سمة المفتاح الأساسي للعلاقة الأصل الموظف. وبهذه الطريقة ترتبط جميع الشظايا الرأسية للعلاقة.

Data Fragmentation, Replication and Allocation

- **Representation**
  - **Horizontal fragmentation**
    - Each horizontal fragment on a relation can be specified by a s_{Ci} (R) operation in the relational algebra.
    - Complete horizontal fragmentation
    - A set of horizontal fragments whose conditions C1, C2, …, Cn include all the tuples in R- that is, every tuple in R satisfies (C1 OR C2 OR … OR Cn).
    - Disjoint complete horizontal fragmentation: No tuple in R satisfies (Ci AND Cj) where $i \neq j$.
    - To reconstruct R from horizontal fragments a UNION is applied.

تجزئة البيانات، النسخ المتماثل والتخصيص

- **التمثيل**
- **تجزئة أفقية**
  - يمكن تحديد كل جزء أفقي على علاقة من خلال عملية سسي (R) في الجبر العلائقي.
  - التجزؤ الأفقي الكامل
  - وهناك مجموعة من الشظايا الأفقية التي تشمل C1، C2، ...، ن جميع جميع المعابد في R- أي كل رقة في R يرضي (C1 أو C2 أو ... أو ن).
  - التفكك الأفقي الكامل المفصل: لا يوجد أي توابل في R يرضي (سي و سغ) حيث $i \neq j$.
  - لإعادة بناء R من شظايا أفقية يتم تطبيق ونيون.

Data Fragmentation, Replication and Allocation

- **Representation**
  - **Vertical fragmentation**
    - A vertical fragment on a relation can be specified by a $\Pi_{Li}(R)$ operation in the relational algebra.
    - Complete vertical fragmentation
    - A set of vertical fragments whose projection lists L1, L2, …, Ln include all the attributes in R but share only the primary key of R. In this case the projection lists satisfy the following two conditions:
    - $L1 \cup L2 \cup ... \cup Ln = ATTRS(R)$
    - $Li \cap Lj = PK(R)$ for any i j, where ATTRS (R) is the set of attributes of R and PK(R) is the primary key of R.
    - To reconstruct R from complete vertical fragments a **OUTER UNION** is applied.

تجزئة البيانات، النسخ المتماثل والتخصيص

- **التمثيل**
- **تجزئة العمودي**
  - يمكن تحديد جزء عمودي على علاقة من خلال عملية $\Pi_{Li}(R)$ في الجبر العلائقي.
  - التجزؤ الرأسي الكامل
  - مجموعة من الشظايا العمودية التي تسرد إسقاطات L1 و L2 و ... و لن تشمل جميع السمات في R ولكن تشترك فقط المفتاح الأساسي ل R. في هذه الحالة تستوفي قوائم الإسقاط الشرطين التاليين:
  - $L1 \cup L2 \cup ... \cup Ln$ =أترس (R)
  - $Li \cap Lj = PK(R)$ لأي i j, حيث ATTRS (R) هي مجموعة سمات R و PK(R) هي المفتاح الأساسي ل R.
  - لإعادة بناء R من شظايا عمودية كاملة يتم تطبيق **الاتحاد الخارجي**.

Data Fragmentation, Replication and Allocation

- **Representation**
  - **Mixed (Hybrid) fragmentation**
    - A combination of Vertical fragmentation and Horizontal fragmentation.
    - This is achieved by SELECT-PROJECT operations which is represented by $\Pi_{Li}(s_{Ci}(R))$.
    - If C = True (Select all tuples) and L ≠ ATTRS(R), we get a vertical fragment, and if C ≠ True and L ≠ ATTRS(R), we get a mixed fragment.
    - If C = True and L = ATTRS(R), then R can be considered a fragment.

تجزئة البيانات، النسخ المتماثل والتخصيص

- **التمثيل**
- **مختلطة (الهجين) تجزئة**
  - مزيج من التجزئة العمودي والتجزؤ الأفقي.
  - ويتحقق ذلك من خلال عمليات SELECT-PROJECT التي يمثلها $\Pi_{Li}(s_{Ci}(R))$.
  - إذا كان C = ترو (حدد كل التوبات) و L ≠ ATTRS(R), نحصل على جزء رأسي، وإذا كان C ≠ ترو و L ≠ ATTRS(R), نحصل على جزء مختلط.
  - إذا كانت C = ترو و L = ATTRS(R), يمكن اعتبار R جزءا.

Data Fragmentation, Replication and Allocation

- **Fragmentation schema**
  - A definition of a set of fragments (horizontal or vertical or horizontal and vertical) that includes all attributes and tuples in the database that satisfies the condition that the whole database can be reconstructed from the fragments by applying some sequence of UNION (or OUTER JOIN) and UNION operations.
- **Allocation schema**
  - It describes the distribution of fragments to sites of distributed databases. It can be fully or partially replicated or can be partitioned.

تجزئة البيانات، النسخ المتماثل والتخصيص

- **مخطط التجزؤ:**
  - تعريف لمجموعة من الشظايا (أفقية أو عمودية أو أفقية ورأسية) تتضمن جميع الصفات والحوامل في قاعدة البيانات التي تفي بشرط إعادة إنشاء قاعدة البيانات بأكملها من الشظايا بتطبيق بعض تسلسل ونيون (أو أوتر جوين) وعمليات الاتحاد.
- **مخطط التخصيص:**
  - ويصف توزيع الشظايا إلى مواقع قواعد البيانات الموزعة. يمكن نسخها كليا أو جزئيا أو يمكن تقسيمها.

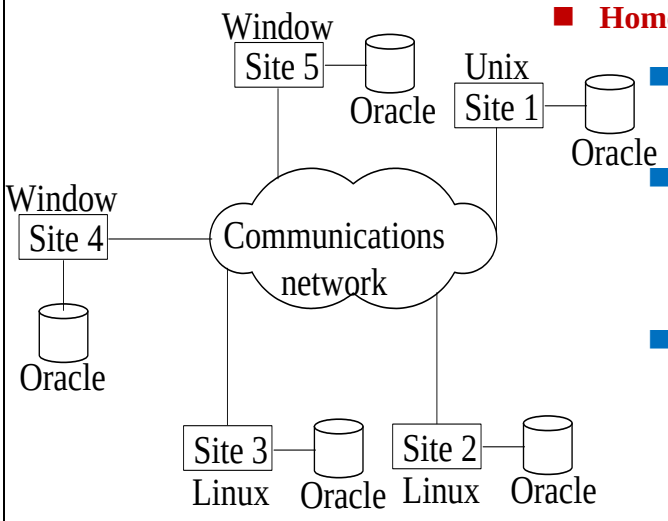
Data Fragmentation, Replication and Allocation

- **Data Replication**
  - Database is replicated to all sites.
  - In full replication the entire database is replicated and in partial replication some selected part is replicated to some of the sites.
  - Data replication is achieved through a replication schema.
- **Data Distribution (Data Allocation)**
  - This is relevant only in the case of partial replication or partition.
  - The selected portion of the database is distributed to the database sites.

تجزئة البيانات، النسخ المتماثل والتخصيص

- **نسخ البيانات :**
  - يتم نسخ قاعدة البيانات إلى جميع المواقع.
  - في النسخ المتماثل الكامل يتم نسخ قاعدة البيانات بأكملها وفي النسخ المتماثل الجزئي يتم نسخ بعض جزء المحدد إلى بعض المواقع.
  - يتم تحقيق النسخ المتماثل البيانات من خلال مخطط النسخ المتماثل.
- **توزيع البيانات (تخصيص البيانات) :**
  - وهذا أمر ذو صلة فقط في حالة النسخ الجزئي أو التقسيم الجزئي.
  - يتم توزيع الجزء المحدد من قاعدة البيانات على مواقع قاعدة البيانات.

Types of Distributed Database Systems



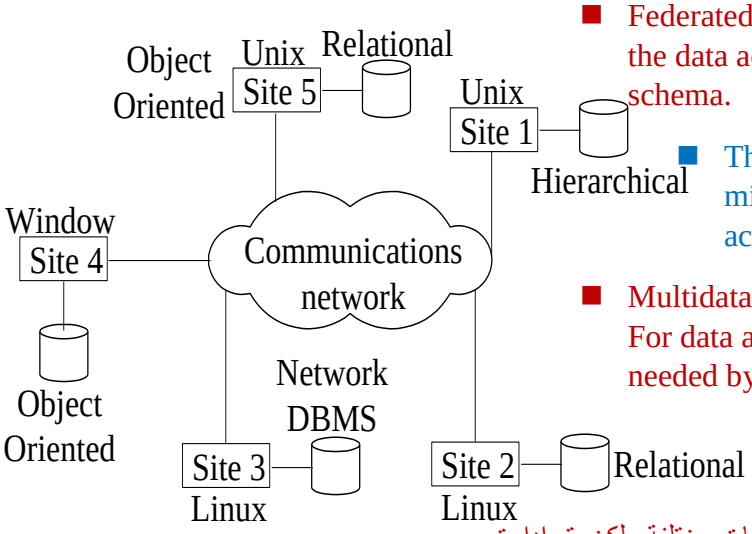
- **Homogeneous**
  - All sites of the database system have identical setup, i.e., same database system software.
  - The underlying operating system may be different.
    - For example, all sites run Oracle or DB2, or Sybase or some other database system.
  - The underlying operating systems can be a mixture of Linux, Window, Unix, etc.

أنواع أنظمة قاعدة البيانات الموزعة

- **متجانس :**
  - جميع المواقع من نظام قاعدة البيانات لديها إعداد متطابقة، أي نفس برنامج نظام قاعدة البيانات.
  - قد يكون نظام التشغيل الأساسي مختلفا.
- على سبيل المثال، تشغيل كافة المواقع أوراكل أو DB2 أو سيباس أو بعض نظام قاعدة البيانات الأخرى.
  - يمكن أن تكون أنظمة التشغيل الأساسية خليطا من لينوكس، ويندو، و أونيكس، وما إلى ذلك.

Types of Distributed Database Systems

- **Heterogeneous**
  - Federated: Each site may run different database system but the data access is managed through a single conceptual schema.
    - This implies that the degree of local autonomy is minimum. Each site must adhere to a centralized access policy. There may be a global schema.
  - Multidatabase: There is no one conceptual global schema. For data access a schema is constructed dynamically as needed by the application software.



أنواع أنظمة قاعدة البيانات الموزعة

- **غير متجانسة :**
  - اتحاد: كل موقع قد تشغيل نظام قاعدة بيانات مختلفة ولكن يتم إدارة الوصول إلى البيانات من خلال مخطط مفاهيمي واحد.
    - وهذا يعني أن درجة الحكم الذاتي المحلي هي الحد الأدنى. يجب أن يلتزم كل موقع بسياسة وصول مركزية. قد يكون هناك مخطط عالمي.
  - قاعدة البيانات المتعددة: لا يوجد مخطط عالمي مفاهيمي واحد. للوصول إلى البيانات يتم إنشاء مخطط حيوي حسب الحاجة من قبل تطبيق البرمجيات.

Types of Distributed Database Systems

- Federated Database Management Systems Issues
  - **Differences in data models:**
    - Relational, Objected oriented, hierarchical, network, etc.
  - **Differences in constraints:**
    - Each site may have their own data accessing and processing constraints.
  - **Differences in query language:**
    - Some site may use SQL, some may use SQL-89, some may use SQL-92, and so on.

أنواع أنظمة قاعدة البيانات الموزعة

- ميكرونيزيا قاعدة بيانات قضايا إدارة الأنظمة
- **الاختلافات في نماذج البيانات:**
  - علائقية، موجهة كائن، هرمية، شبكة، الخ.
- **الاختلافات في المعوقات:**
  - قد يكون لكل موقع قيود الوصول إلى البيانات ومعالجتها.
- **الاختلافات في لغة طلب البحث:**
  - بعض المواقع قد تستخدم SQL ، قد تستخدم بعض SQL -٨٩، قد تستخدم بعض SQL -٩٢، وهلم جرا.

Query Processing in Distributed Databases

- Issues
  - Cost of transferring data (files and results) over the network.
    - This cost is usually high so some optimization is necessary.
    - Example relations: Employee at site 1 and Department at Site 2
      - Employee at site 1. 10,000 rows. Row size = 100 bytes. Table size = 10^6 bytes.

Fname	Minit	Lname	SSN	Bdate	Address	Sex	Salary	Superssn	Dno

      - Department at Site 2. 100 rows. Row size = 35 bytes. Table size = 3,500 bytes.

Dname	Dnumber	Mgrssn	Mgrstartdate

    - Q: For each employee, retrieve employee name and department name Where the employee works.
    - Q: $\pi_{Fname,Lname,Dname}$ (Employee $\bowtie_{Dno = Dnumber}$ Department)

معالجة طلبات البحث في قواعد البيانات الموزعة

- مسائل
  - **تكلفة نقل البيانات (الملفات والنتائج) عبر الشبكة.**
    - هذه التكلفة عادة ما تكون عالية لذا بعض التحسين ضروري.
    - مثال العلاقات: موظف في الموقع ١ والقسم في الموقع ٢
      - موظف في الموقع ١. ١٠،٠٠٠ الصفوف. حجم الصف = ١٠٠ بايت. حجم الجدول = 10^6بايت.

Fname	Minit	Lname	SSN	Bdate	Address	Sex	Salary	Superssn	Dno

      - قسم في الموقع ٢. ١٠٠ الصفوف. حجم الصف = ٣٥ بايت. حجم الجدول = ٣،٥٠٠ بايت.

Dname	Dnumber	Mgrssn	Mgrstartdate

    - س: لكل موظف، استرجاع اسم الموظف واسم القسم حيث يعمل الموظف.
    - س: $\pi_{Fname,Lname,Dname}$ (Employee $\bowtie_{Dno = Dnumber}$ Department)

Query Processing in Distributed Databases

- Result
  - The result of this query will have 10,000 tuples, assuming that every employee is related to a department.
  - Suppose each result tuple is 40 bytes long. The query is submitted at site 3 and the result is sent to this site.
  - Problem: Employee and Department relations are not present at site 3.

معالجة طلبات البحث في قواعد البيانات الموزعة

- **نتيجة**
  ١. وستكون نتيجة هذا الاستعلام ١٠،٠٠٠ تيوبل، على افتراض أن كل موظف له علاقة بقسم.
  ٢. لنفترض أن كل نتيجة من النتائج هي ٤٠ بايت. يتم إرسال الاستعلام في الموقع ٣ ويتم إرسال النتيجة إلى هذا الموقع.
  ٣. المشكلة: العلاقات بين الموظفين والإدارة غير موجودة في الموقع ٣

Query Processing in Distributed Databases

- Strategies:
  3. Transfer Employee and Department to site 3.
     - Total transfer bytes = 1,000,000 + 3500 = 1,003,500 bytes.
  4. Transfer Employee to site 2, execute join at site 2 and send the result to site 3.
     - Query result size = 40 * 10,000 = 400,000 bytes. Total transfer size = 400,000 + 1,000,000 = 1,400,000 bytes.
  5. Transfer Department relation to site 1, execute the join at site 1, and send the result to site 3.
     - Total bytes transferred = 400,000 + 3500 = 403,500 bytes.
- Optimization criteria: minimizing data transfer.
  - Preferred approach: strategy3.

معالجة طلبات البحث في قواعد البيانات الموزعة

- **الاستراتيجيات:**
  ٣. نقل الموظف والإدارة إلى الموقع ٣.
  - إجمالي بايتات النقل = ١،٠٠٠،٠٠٠ + ٣٥٠٠ = ١،٠٠٣،٥٠٠ بايت.

  ٢. نقل الموظف إلى الموقع ٢، تنفيذ الانضمام في الموقع ٢ وإرسال النتيجة إلى الموقع ٣.
  - حجم نتيجة طلب البحث = ٤٠ * ١٠،٠٠٠ = ٤٠٠،٠٠٠ بايت. إجمالي حجم النقل = ٤٠٠،٠٠٠ + ١،٠٠٠،٠٠٠ = ١،٤٠٠،٠٠٠ بايت.

  ٣. نقل إدارة العلاقة إلى الموقع ١، تنفيذ الانضمام في الموقع ١، وإرسال النتيجة إلى الموقع ٣.
  - إجمالي وحدات البايت المحولة = ٤٠٠،٠٠٠ + ٣٥٠٠ = ٤٠٣،٥٠٠ بايت.
- **معايير التحسين: تقليل نقل البيانات.**
  - النهج المفضل: الاستراتيجية ٣.

Query Processing in Distributed Databases

- Consider the query
  - Q': For each department, retrieve the department name and the name of the department manager
- Relational Algebra expression:
  - $\pi_{Fname,Lname,Dname}$ (Employee $\bowtie_{Mgrssn = SSN}$ Department)

معالجة طلبات البحث في قواعد البيانات الموزعة

- **جرب الاستعلام :**

٤. نقل س: لكل قسم، استرجاع اسم القسم واسم مدير القسم

- علائق الجبر العلائقية:

$\pi_{Fname,Lname,Dname}$ (Employee $\bowtie_{Mgrssn = SSN}$ Department) ■

Query Processing in Distributed Databases

- The result of this query will have 100 tuples, assuming that every department has a manager, the execution strategies are:
  1. Transfer Employee and Department to the result site and perform the join at site 3.
     - Total bytes transferred = 1,000,000 + 3500 = 1,003,500 bytes.
  2. Transfer Employee to site 2, execute join at site 2 and send the result to site 3. Query result size = 40 * 100 = 4000 bytes.
     - Total transfer size = 4000 + 1,000,000 = 1,004,000 bytes.
  3. Transfer Department relation to site 1, execute join at site 1 and send the result to site 3.
     - Total transfer size = 4000 + 3500 = 7500 bytes.

معالجة طلبات البحث في قواعد البيانات الموزعة

- **ونتيجة هذا الاستعلام سيكون ١٠٠ تيوبلز، على افتراض أن كل إدارة لديها مدير، واستراتيجيات التنفيذ هي:**

١. نقل الموظف والإدارة إلى موقع النتيجة وأداء الانضمام في الموقع ٣.

- إجمالي وحدات البايت المحولة = 1,000,000 + 3500 = 1,003,500 bytes

٢. نقل الموظف إلى الموقع ٢، تنفيذ الانضمام في الموقع ٢ وإرسال النتيجة إلى الموقع ٣. الاستعلام نتيجة حجم = 40 * 100 =4000 bytes.

- إجمالي حجم النقل = 4000 + 1,000,000 = 1,004,000 bytes .

٣. نقل إدارة العلاقة إلى الموقع ١، تنفيذ الانضمام في الموقع ١، وإرسال النتيجة إلى الموقع ٣.

- إجمالي حجم النقل = 4000 + 3500 = 7500 bytes .

Query Processing in Distributed Databases

- Now suppose the result site is 2. Possible strategies :
  1. Transfer Employee relation to site 2, execute the query and present the result to the user at site 2.
     - Total transfer size = 1,000,000 bytes for both queries Q and Q'.
  2. Transfer Department relation to site 1, execute join at site 1 and send the result back to site 2.
     - Total transfer size for Q = 400,000 + 3500 = 403,500 bytes and for Q' = 4000 + 3500 = 7500 bytes.

معالجة طلبات البحث في قواعد البيانات الموزعة

- **الآن افترض أن موقع النتيجة هو ٢. الاستراتيجيات الممكنة:**

١. نقل علاقة الموظف إلى الموقع ٢، تنفيذ الاستعلام وتقديم النتيجة للمستخدم في الموقع ٢.

- إجمالي حجم النقل = ١،٠٠٠،٠٠٠ بايت لكل من الاستفسارات Q و Q'.

٢. نقل إدارة العلاقة إلى الموقع ١، تنفيذ الانضمام في الموقع ١ وإرسال النتيجة مرة أخرى إلى الموقع ٢.

- إجمالي حجم النقل لQ = 400،000 + 3500 = 403،500 bytes و Q' = 4000 + 3500 = 7500 bytes

Query Processing in Distributed Databases

- Semijoin:
  - Objective is to reduce the number of tuples in a relation before transferring it to another site.
- Example execution of Q or Q':
  1. Project the join attributes of Department at site 2, and transfer them to site 1. For Q, 4 * 100 = 400 bytes are transferred and for Q', 9 * 100 = 900 bytes are transferred.
  2. Join the transferred file with the Employee relation at site 1, and transfer the required attributes from the resulting file to site 2. For Q, 34 * 10,000 = 340,000 bytes are transferred and for Q', 39 * 100 = 3900 bytes are transferred.
  3. Execute the query by joining the transferred file with Department and present the result to the user at site 2.

معالجة طلبات البحث في قواعد البيانات الموزعة

- **Semijoin:**
  - الهدف هو تقليل عدد من التوائم في علاقة قبل نقله إلى موقع آخر.
- **مثال لتنفيذ Q أو Q':**

١. مشروع سمات الانتماء في القسم ٢، ونقلها إلى الموقع ١. بالنسبة Q، يتم نقل ٤ * ١٠٠ = ٤٠٠ بايت و Q'، يتم نقل ٩ * ١٠٠ = ٩٠٠ بايت.

٢. الانضمام إلى الملف المحول مع علاقة الموظف في الموقع ١، ونقل السمات المطلوبة من الملف الناتج إلى الموقع ٢. ل Q، يتم نقل ٣٤ * ١٠،٠٠٠ = ٣٤٠،٠٠٠ بايت و Q'، يتم نقل ٣٩ * ١٠٠ = ٣٩٠٠ بايت.

٣. تنفيذ الاستعلام عن طريق الانضمام إلى الملف المنقول مع الإدارة وتقديم النتيجة للمستخدم في الموقع ٢.

Concurrency Control and Recovery

- Distributed Databases encounter a number of concurrency control and recovery problems which are not present in centralized databases. Some of them are listed below.
  - Dealing with multiple copies of data items
  - Failure of individual sites
  - Communication link failure
  - Distributed commit
  - Distributed deadlock

التحكم في التزامن والاسترداد

- تواجه قواعد البيانات الموزعة عددا من مشاكل التحكم والاسترداد التزامن التي لا توجد في قواعد البيانات المركزية. بعضها مدرج أدناه.
  - التعامل مع نسخ متعددة من عناصر البيانات
  - فشل المواقع الفردية
  - فشل وصلة الاتصال
  - الالتزام الموزع
  - الجمود توزيعها

Concurrency Control and Recovery

- Details
  - Dealing with multiple copies of data items:
    - The concurrency control must maintain global consistency. Likewise the recovery mechanism must recover all copies and maintain consistency after recovery.
  - Failure of individual sites:
    - Database availability must not be affected due to the failure of one or two sites and the recovery scheme must recover them before they are available for use.

التحكم في التزامن والاسترداد

- التفاصيل
  - التعامل مع نسخ متعددة من عناصر البيانات:
    - يجب أن تحافظ مراقبة التزامن على الاتساق العالمي. وبالمثل، يجب على آلية التعافي استرداد جميع النسخ والحفاظ على الاتساق بعد الاسترداد.
  - فشل المواقع الفردية:
    - يجب ألا يتأثر توافر قاعدة البيانات بسبب فشل موقع واحد أو موقعين ويجب أن يستردها نظام الاسترداد قبل أن تكون متاحة للاستخدام.

Concurrency Control and Recovery

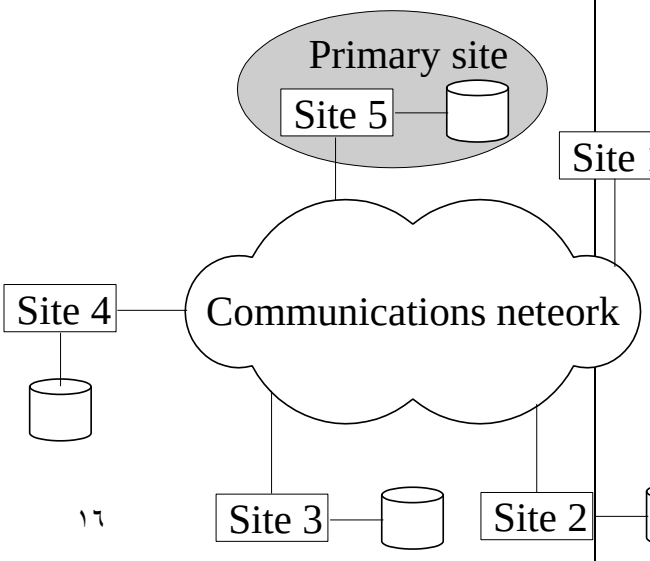
- Details (contd.)
  - Communication link failure:
    - This failure may create network partition which would affect database availability even though all database sites may be running.
  - Distributed commit:
    - A transaction may be fragmented and they may be executed by a number of sites. This require a two or three-phase commit approach for transaction commit.
  - Distributed deadlock:
    - Since transactions are processed at multiple sites, two or more sites may get involved in deadlock. This must be resolved in a distributed manner.

التحكم في التزامن والاسترداد

- التفاصيل (تتمة)
- فشل وصلة الاتصال:
  - قد يؤدي هذا الفشل إلى إنشاء قسم شبكة مما قد يؤثر على توفر قاعدة البيانات على الرغم من إمكانية تشغيل كافة مواقع قاعدة البيانات.
- الالتزام الموزع:
  - قد تكون الصفقة مجزأة ويمكن تنفيذها من قبل عدد من المواقع. وهذا يتطلب نهج الالتزام مرتين أو ثلاث مراحل لالتزام المعاملات.
- الجمود الموزع:
  - ونظرا لأن المعاملات تتم معالجتها في مواقع متعددة، فقد يتورط موقعان أو أكثر في حالة توقف تام. ويجب حل ذلك بطريقة موزعة.

Concurrency Control and Recovery

- Distributed Concurrency control based on a distributed copy of a data item
  - Primary site technique: A single site is designated as a primary site which serves as a coordinator for transaction management.



التحكم في التزامن والاسترداد

- التحكم في التزامن الموزع استنادا إلى نسخة موزعة من عنصر البيانات
- تقنية الموقع الرئيسي: يتم تعيين موقع واحد كموقع أساسي يعمل كمنسق لإدارة المعاملات.

Concurrency Control and Recovery

- Transaction management:
  - Concurrency control and commit are managed by this site.
  - In two phase locking, this site manages locking and releasing data items. If all transactions follow two-phase policy at all sites, then serializability is guaranteed.

التحكم في التزامن والاسترداد

- **ادارة العمليات التجارية:**
  - تتم إدارة التحكم في التزامن والالتزام بواسطة هذا الموقع.
  - في تأمين الطورين، يدير هذا الموقع تأمين وإطلاق عناصر البيانات. إذا اتبعت جميع المعاملات سياسة على مرحلتين في جميع المواقع، ثم يتم ضمان تسلسل.

Concurrency Control and Recovery

- Transaction Management
  - Advantages:
    - An extension to the centralized two phase locking so implementation and management is simple.
    - Data items are locked only at one site but they can be accessed at any site.
  - Disadvantages:
    - All transaction management activities go to primary site which is likely to overload the site.
    - If the primary site fails, the entire system is inaccessible.
  - To aid recovery a backup site is designated which behaves as a shadow of primary site. In case of primary site failure, backup site can act as primary site.

التحكم في التزامن والاسترداد

- **ادارة العمليات التجارية**
  - **مزايا:**
    - تمديد إلى مركزي مرحلتين قفل حتى التنفيذ والإدارة بسيطة.
    - يتم تأمين عناصر البيانات فقط في موقع واحد ولكن يمكن الوصول إليها في أي موقع.
  - **سلبيات:**
    - جميع أنشطة إدارة المعاملات تذهب إلى الموقع الأساسي الذي من المرجح أن الزائد في الموقع.
    - في حالة فشل الموقع الأساسي، يتعذر الوصول إلى النظام بأكمله.
  - **للمساعدة في الانتعاش يتم تعيين موقع النسخ الاحتياطي الذي يتصرف كظل من الموقع الأساسي. في حالة فشل الموقع الأساسي، يمكن أن يكون موقع النسخ الاحتياطي موقعا أساسيا.**

Concurrency Control and Recovery

- Primary Copy Technique:
  - In this approach, instead of a site, a data item partition is designated as primary copy. To lock a data item just the primary copy of the data item is locked.
- Advantages:
  - Since primary copies are distributed at various sites, a single site is not overloaded with locking and unlocking requests.
- Disadvantages:
  - Identification of a primary copy is complex. A distributed directory must be maintained, possibly at all sites.

التحكم في التزامن والاسترداد

- **تقنية النسخ الأولية:**
  - في هذا النهج، بدلا من الموقع، يتم تصنيف قسم بند البيانات كنسخة أولية. لقفل عنصر بيانات فقط يتم تأمين النسخة الأساسية من عنصر البيانات.
- **مـــزايا:**
  - وبما أن النسخ الأولية توزع في مواقع مختلفة، فإن موقعا واحدا لا يتم تحميله بطلبات تأمين وفتح.
- **سلبيات:**
  - تحديد نسخة أولية معقدة. يجب الحفاظ على الدليل الموزع، ربما في جميع المواقع.

Concurrency Control and Recovery

- Recovery from a coordinator failure
  - In both approaches a coordinator site or copy may become unavailable. This will require the selection of a new coordinator.
- Primary site approach with no backup site:
  - Aborts and restarts all active transactions at all sites. Elects a new coordinator and initiates transaction processing.
- Primary site approach with backup site:
  - Suspends all active transactions, designates the backup site as the primary site and identifies a new back up site. Primary site receives all transaction management information to resume processing.
- Primary and backup sites fail or no backup site:
  - Use election process to select a new coordinator site.

التحكم في التزامن والاسترداد

- **الانتعاش من فشل المنسق**
  - في كلا النهجين قد يصبح موقع منسق أو نسخة غير متوفرة. وسيتطلب ذلك اختيار منسق جديد.
- **نهج الموقع الرئيسي مع عدم وجود موقع النسخ الاحتياطي:**
  - يعطل ويعيد تشغيل جميع المعاملات النشطة في جميع المواقع. ينتخب منسقا جديدا ويبدأ معالجة المعاملات.
- **نهج الموقع الرئيسي مع موقع النسخ الاحتياطي:**
  - يعلق جميع المعاملات النشطة، ويعين موقع النسخ الاحتياطي كموقع أساسي ويحدد موقعا احتياطيا جديدا. يتلقى الموقع الرئيسي كافة معلومات إدارة المعاملات لاستئناف المعالجة.
- **تفشل المواقع الأساسية والاحتياطية أو لا يوجد موقع احتياطي:**
  - استخدم عملية الانتخاب لاختيار موقع منسق جديد.

Concurrency Control and Recovery

- Concurrency control based on voting:
  - There is no primary copy of coordinator.
  - Send lock request to sites that have data item.
  - If majority of sites grant lock then the requesting transaction gets the data item.
  - Locking information (grant or denied) is sent to all these sites.
  - To avoid unacceptably long wait, a time-out period is defined. If the requesting transaction does not get any vote information then the transaction is aborted.

التحكم في التزامن والاسترداد

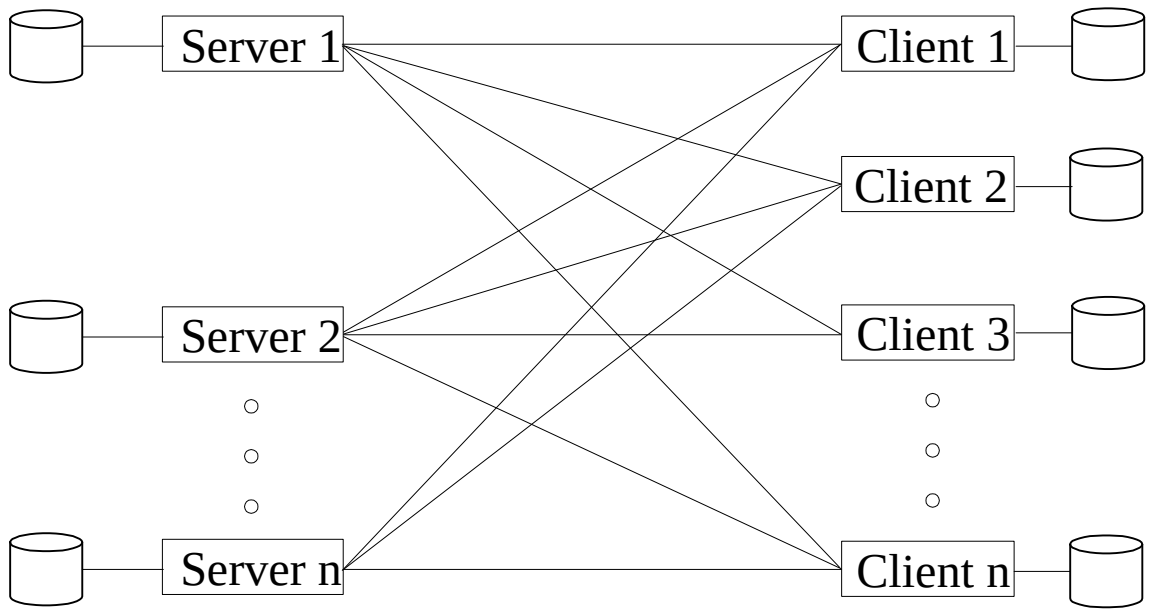
- **التحكم في التزامن استنادا إلى التصويت:**
  - ولا توجد نسخة أولية من المنسق.
  - إرسال طلب القفل إلى المواقع التي تحتوي على عنصر بيانات.
  - إذا كانت غالبية المواقع تمنح القفل، فستحصل المعاملة المطلوبة على عنصر البيانات.
  - يتم إرسال معلومات التأمين (المنحة أو المرفوضة) إلى جميع هذه المواقع.
  - ولتجنب الانتظار الطويل بشكل غير مقبول، يتم تحديد فترة المهلة. إذا لم تحصل المعاملة المطلوبة على أي معلومات عن التصويت، يتم إبطال المعاملة.

Client-Server Database Architecture

- It consists of clients running client software, a set of servers which provide all database functionalities and a reliable communication infrastructure.

بنية قاعدة بيانات خادم العميل

- وهو يتألف من عملاء تشغيل برنامج العميل، ومجموعة من الخوادم التي توفر جميع وظائف قاعدة البيانات وبنية تحتية الاتصالات موثوق بها.



Client-Server Database Architecture

- Clients reach server for desired service, but server does reach clients.
- The server software is responsible for local data management at a site, much like centralized DBMS software.
- The client software is responsible for most of the distribution function.
- The communication software manages communication among clients and servers.

بنية قاعدة بيانات خادم العميل

- يصل العملاء إلى الخادم للخدمة المطلوبة، ولكن الخادم لا يصل إلى العملاء.
- برنامج الخادم هو المسؤول عن إدارة البيانات المحلية في الموقع، مثل الكثير من البرامج دبمس مركزية.
- برنامج العميل هو المسؤول عن معظم وظيفة التوزيع.
- برنامج الاتصالات يدير الاتصالات بين العملاء والخوادم.

Client-Server Database Architecture

- The processing of a SQL queries goes as follows:
  - Client parses a user query and decomposes it into a number of independent sub-queries. Each subquery is sent to appropriate site for execution.
  - Each server processes its query and sends the result to the client.
  - The client combines the results of subqueries and produces the final result.

بنية قاعدة بيانات خادم العميل

- معالجة استعلامات SQL يذهب كما يلي:
  - يقوم العميل بتحليل استعلام المستخدم وتحلله إلى عدد من الاستعلامات الفرعية المستقلة. يتم إرسال كل استعلام فرعي إلى الموقع المناسب للتنفيذ.
  - كل ملقم يعالج الاستعلام ويرسل النتيجة إلى العميل.
  - العميل يجمع بين نتائج الاستعلامات الفرعية وينتج النتيجة النهائية.

Recap

- Distributed Database Concepts
- Data Fragmentation, Replication and Allocation
- Types of Distributed Database Systems
- Query Processing
- Concurrency Control and Recovery
- 3-Tier Client-Server Architecture

خلاصة

- مفاهيم قاعدة البيانات الموزعة
- تجزئة البيانات، النسخ المتماثل والتخصيص
- أنواع أنظمة قاعدة البيانات الموزعة
- معالجة طلبات البحث
- التحكم في التزامن والاسترداد
- 3-Tier العمارة خادم الخادم

THE END