

Summer Semester 2014
INF-12040
Database Systems
Exam, August 7, 2014, 14:00–16:00

Your Student Number

--	--	--	--	--	--

Read the following instructions *before* you start to write your answers.

- The examination consists of **four questions** each of which is worth a total of **25 points**.
- Answers can be given in **German** or **English**. German translations of the exam questions are provided as a **convenience**. In case of doubt, the English version is binding.
- You should start the answer to each question on a **new page**. Additional pages and note paper will be provided to you, if necessary.
- Do **not** write in the margins.
- Your answers should be written in **blue** or **black ink** and not pencil. Any parts of your answer that you do not want to be included as part of the final answer should be **clearly scored through** with your pen.
- With the exception of a scientific calculator, **no electronic devices** (laptops, phones, music players, etc.) can be used during the exam.

Do not write below this line _____

1	2	3	4	Total	Grade
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1 ER Modeling and Relational Design

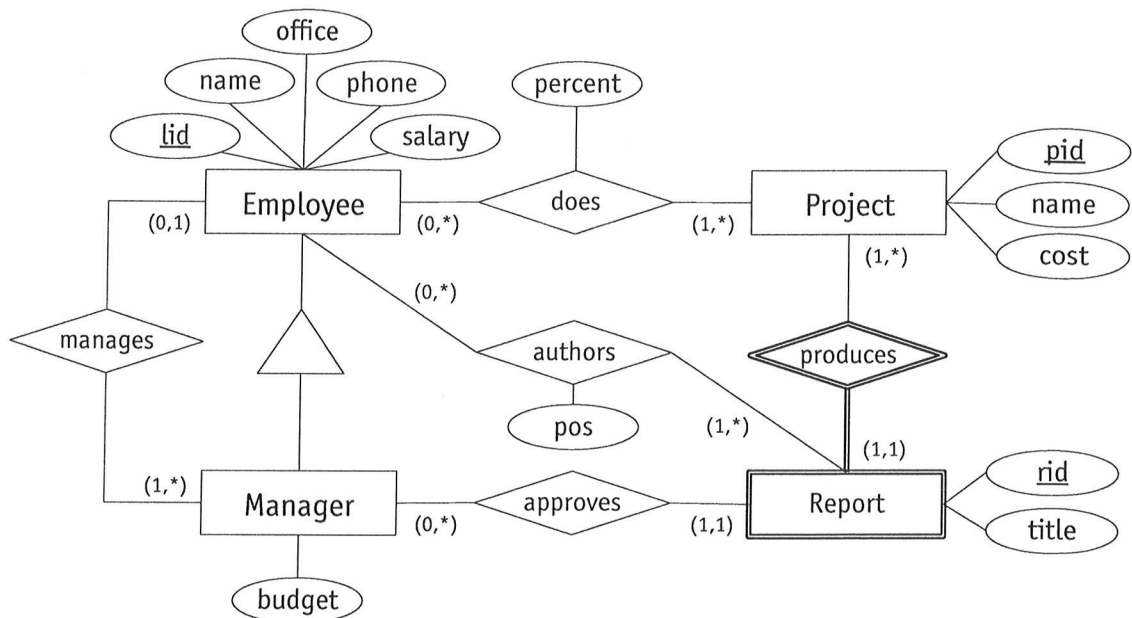
- (a) **ER Modeling.** Design the ER diagram of a database for the online reservation system of a yearly cultural festival. Each edition of the festival consists of several shows for which the title and duration are stored in the database. A show is performed by an artist. An artist has a name and can either be an individual artist or a group of artists. Each show is performed several times and for each performance the admission price, date, and time are stored. A performance is staged at exactly one venue, which has an address, GPS coordinates (longitude and latitude), and a maximum capacity. Registered users have a user name and a password. Using the online reservation system, these users can buy any number of tickets for any number of performances. Your ER diagram should clearly list entities, relationships, attributes, keys, and cardinalities. State any assumptions you make that go beyond the given database description. (15 points)

Erstellen Sie das ER-Diagramm einer Datenbank für das Online-Reservationsystem eines jährlichen Kulturfestivals. Jede Ausgabe des Festivals besteht aus verschiedenen Veranstaltungen, für die der Titel und die Dauer in der Datenbank gespeichert werden. Eine Veranstaltung wird von einem Künstler aufgeführt. Jeder Künstler hat einen Namen und ist entweder ein individueller Künstler oder eine Gruppe von Künstlern. Jede Veranstaltung wird mehrmals aufgeführt und zu jeder Aufführung werden der Eintrittspreis, das Datum und die Zeit vermerkt. Eine Aufführung findet an genau einem Veranstaltungsort statt, der eine Adresse, GPS Koordinaten (Längen- und Breitengrad) und eine Maximalauslastung hat. Angemeldete Benutzer haben einen Benutzernamen und ein Passwort. Mit dem Online-Reservationsystem können diese Benutzer eine beliebige Anzahl Eintrittskarten für eine beliebige Anzahl von Aufführungen kaufen. Ihr ER-Diagramm soll alle Entitäten, Beziehungen, Attribute, Schlüssel und Kardinalitäten deutlich aufzeigen. Geben Sie alle Annahmen an, die Sie treffen und die über die gegebene Datenbankbeschreibung hinausgehen.

Answer _____

- (b) **Relational Design.** Translate the following ER diagram into a relational schema using the algorithm presented in the course. For each relation, specify its name and the list of attributes with their domains. Also indicate primary and foreign keys. List all constraints of the ER diagram that cannot be translated directly to the relation schema. (10 points)

Übersetzen Sie das folgende ER-Diagramm in ein relationales Schema, indem Sie den entsprechenden Algorithmus aus der Vorlesung darauf anwenden. Geben sie für jede Relation deren Namen und Attributliste einschließlich der entsprechenden Domänen an. Kennzeichnen Sie ausserdem Primär- und Fremdschlüssel. Listen Sie alle Integritätsbedingungen des ER-Diagrammes auf, die nicht direkt ins relationale Schema übersetzt werden können.



Answer _____

2 Relational Algebra and SQL Queries

Consider the following relational schema about football teams, players, matches, and stadiums.

Betrachten Sie das folgende relationale Schema über Fussballmannschaften, Spieler, Spiele und Stadions.

Stadium(id: int, name: char(20), capacity: int)

Team(id: int, name: char(20), stadium: int \rightarrow **Stadium.id**)

Player(id: int, name: char(20), age: int, value: int, team: int \rightarrow **Team.id**)

Match(id: int, home: int \rightarrow **Team.id**, away: int \rightarrow **Team.id**, hGoals: int, aGoals: int)

PlayedIn(player: int \rightarrow **Player.id**, match: int \rightarrow **Match.id**, goals: int)

- (a) Express the following queries in relational algebra. If a query cannot be expressed in relational algebra, explain why this is not possible.

Drücken Sie die folgenden Abfragen in relationaler Algebra aus. Sollte dies nicht möglich sein, erklären Sie weshalb nicht.

- (i) Find the teams (name) that have never lost a home game. (5 points)

Finde die Mannschaften (Name), die kein Heimspiel verloren haben.

- (ii) Find the players (name) who played in all matches. (5 points)

Finde die Spieler (Name), die in allen Spielen gespielt haben.

- (b) Express the following queries in SQL. Avoid nested queries if they are not absolutely necessary.

Formulieren Sie die folgenden Abfragen in SQL. Vermeiden Sie die Verwendung von verschachtelten SQL Abfragen, falls diese nicht unbedingt notwendig sind.

- (i) Find the player (name) who scored the most goals. (3 points)

Finde den Spieler (Name), der die meisten Tore geschossen hat.

- (ii) Find the teams (name) with the most valuable squad. (5 points)

Finde die Mannschaften (Name) mit dem teuersten Kader.

- (iii) Find the stadium (name) in which the most goals were scored. (7 points)

Hint: The stadium in which a match takes place is the stadium of the home team.

Finde das Stadion (Name), in dem die meisten Tore gefallen sind.

Hinweis: Das Stadion, in dem ein Match stattfindet, ist das Stadion der Heimmannschaft.

Answer _____

Answer _____

3 Functional and Multivalued Dependencies

- (a) Let $R = \{A, B, C, D\}$ be a relation scheme and let r_1 and r_2 be relations on R . Assume that functional dependencies hold on r_1 and r_2 as follows. (10 points)

Gegeben sei das Relationenschema $R = \{A, B, C, D\}$ sowie die Relationen r_1 und r_2 mit dem Relationenschema R . Nehmen Sie an, dass die folgenden funktionalen Abhängigkeiten in r_1 und r_2 gelten.

(i) $r_1: B \rightarrow C, AC \rightarrow D, ABD \rightarrow C, BCD \rightarrow A$

(ii) $r_2: A \rightarrow B, B \rightarrow A, A \rightarrow D, D \rightarrow B$

State which of the relations r_1 and r_2 is in third normal form (3NF) and justify your answer.

Geben Sie an welche der Relationen r_1 und r_2 in dritter Normalform (3NF) ist und begründen Sie Ihre Antwort.

Answer _____

- (b) Let $r(R)$ be a relation where $R = \{A, B, C, D, E\}$ and assume that r satisfies the multi-value dependencies $A \twoheadrightarrow B$ and $B \twoheadrightarrow D$. If r contains the tuples $\langle 0, 1, 2, 3, 4 \rangle$ and $\langle 0, 5, 6, 7, 8 \rangle$, which of the following tuples **must** also be in r ? Justify your answers. (15 points)

*Gegeben sei die Relation $r(R)$ mit dem Relationenschema $R = \{A, B, C, D, E\}$. Nehmen Sie an, dass die mehrwertigen Abhängigkeiten $A \twoheadrightarrow B$ und $B \twoheadrightarrow D$ in r erfüllt sind. Wenn r die Tupel $\langle 0, 1, 2, 3, 4 \rangle$ und $\langle 0, 5, 6, 7, 8 \rangle$ enthält, welche der folgenden Tupel **müssen** ebenfalls in r enthalten sein? Begründen Sie Ihre Antworten.*

- (i) $\langle 0, 1, 2, 7, 4 \rangle$
- (ii) $\langle 0, 1, 2, 3, 8 \rangle$
- (iii) $\langle 0, 1, 6, 3, 4 \rangle$
- (iv) $\langle 0, 5, 2, 7, 8 \rangle$

Answer _____

4 Transactions and Concurrency Control

The following transactions T_1 , T_2 and T_3 are executed on the database objects a , b and c .

Die folgenden Transaktionen T_1 , T_2 and T_3 werden auf den Datenbankobjekten a , b and c ausgeführt.

$$T_1 = \langle r_1^1(a) \ r_1^2(b) \ w_1^3(b) \rangle$$

$$T_2 = \langle r_2^1(b) \ w_2^2(b) \ r_2^3(c) \ w_2^4(c) \rangle$$

$$T_3 = \langle r_3^1(a) \ r_3^2(b) \ w_3^3(a) \rangle$$

From the above transactions three different schedulers construct the following schedules S_1 , S_2 and S_3 .

Aus diesen Transaktionen erstellen drei verschiedene Scheduler die folgenden Schedules S_1 , S_2 and S_3 .

$$S_1 = \langle r_1^1(a) \ r_1^2(b) \ w_1^3(b) \ r_2^1(b) \ w_2^2(b) \ r_2^3(c) \ w_2^4(c) \ r_3^1(a) \ r_3^2(b) \ w_3^3(a) \rangle$$

$$S_2 = \langle r_2^1(b) \ r_1^1(a) \ r_3^1(a) \ r_1^2(b) \ w_1^3(b) \ r_2^3(c) \ w_2^4(c) \ r_3^2(b) \ w_2^2(b) \ w_3^3(a) \ r_2^3(c) \ w_2^4(c) \rangle$$

$$S_3 = \langle r_3^1(a) \ r_2^1(b) \ w_2^2(b) \ r_2^3(c) \ w_2^4(c) \ r_3^2(b) \ w_3^3(a) \ r_1^1(a) \ r_3^3(c) \ r_1^2(b) \ w_2^4(c) \ w_1^3(b) \rangle$$

(a) **Conflict-serializability.** For each of these schedules, answer the following questions.

(15 points)

Beantworten Sie die unten stehenden Fragen für jeden dieser Schedules.

(i) What are the conflict pairs of the schedule?

Welches sind die Konfliktpaare des Schedules?

(ii) What is the precedence graph for the schedule?

Wie sieht der Präzedenzgraph des Schedules aus?

(iii) Is the schedule conflict-serializable and, if so, what are all the equivalent serial schedules?

Ist der Schedule konfliktserialisierbar und falls ja, was sind alle äquivalenten seriellen Schedules?

Answer _____

- (b) **Locking and serializability.** For each of the above schedules examine if the schedule was constructed using Two-Phase Locking (2PL) and/or Strict Two-Phase Locking (S2PL). If so, rewrite the schedule to include the appropriate locking operations. Otherwise explain why the given schedule cannot have been formed using those locking techniques. In your analysis use the following shorthands to insert locking operations into a schedule. (10 points)

$S_1(a)$ Transaction T_1 acquires a shared lock on data object a .

$X_3(b)$ Transaction T_3 acquires an exclusive lock on data object b .

$U_2(c)$ Transaction T_2 releases all locks on data object c .

Untersuchen Sie für jeden der gegebenen Schedules, ob er durch die Anwendung von Two-Phase Locking (2PL) und/oder Strict Two-Phase Locking (S2PL) entstanden sein kann. Falls dem so ist, schreiben Sie den Schedule so um, dass er die entsprechenden Lockingoperationen miteinschliesst. Andernfalls erklären Sie, weshalb der Schedule durch keine der beiden Lockingtechniken entstanden sein kann. Verwenden Sie in Ihrer Analyse die folgende Notation, um Lockingoperationen in die Schedules einzufügen.

$S_1(a)$ Transaktion T_1 erhält ein Shared Lock auf dem Datenobjekt a .

$X_3(b)$ Transaktion T_3 erhält ein Exclusive Lock auf dem Datenobjekt b .

$U_2(c)$ Transaktion T_2 gibt alle Locks auf dem Datenobjekt c frei.

Answer _____

Answer _____