

204320 - Database Management

Chapter 8

The Enhanced Entity-Relationship (EER) Model

Adapted for 204320

by Areerat Trongratsameethong

Addison-Wesley
is an imprint of

PEARSON

Copyright © 2011 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Addison-Wesley

Chapter 8 Outline

- Subclasses, Superclasses, and Inheritance
- Specialization and Generalization
- Constraints and Characteristics of Specialization and Generalization Hierarchies
- Modeling of UNION Types Using Categories
- A Sample UNIVERSITY EER Schema, Design Choices, and Formal Definitions
- Example of Other Notation: Representing Specialization and Generalization in UML Class Diagrams

2

The Enhanced Entity-Relationship (EER) Model

• Enhanced ER (EER) model

- Created to design more accurate database schemas: สร้างขึ้นมาเพื่อให้การออกแบบฐานข้อมูลมีความหมายที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ช่วยสะท้อนคุณสมบัติของข้อมูล และข้อจำกัดของข้อมูลได้ชัดเจนมากขึ้น
 - Reflect the data properties and constraints more precisely
- More complex requirements than traditional applications: สำหรับฐานข้อมูลของ application ที่มีความซับซ้อนมากกว่า application แบบดั้งเดิม รองรับข้อมูลที่มีลักษณะโครงสร้างไม่ตายตัว (Unstructured Data)

3

Subclasses, Superclasses, and Inheritance

- EER model includes all modeling concepts of the ER model: EER รวม model ทั้งหมดของ ER ไว้ และมีส่วนที่เพิ่มเติมขึ้นมาสำหรับข้อมูลที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น
- In addition, EER includes:
 - Subclasses and superclasses
 - Specialization and generalization
 - Category or union type
 - Attribute and relationship inheritance

4

Subclasses, Superclasses, and Inheritance (cont'd.)

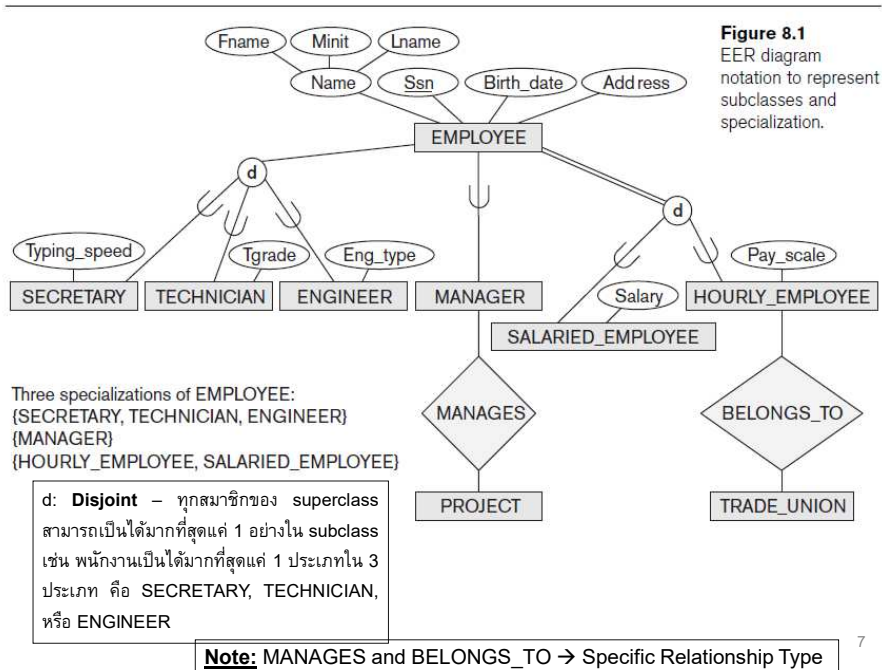
- **Enhanced ER or EER diagrams**
 - Diagrammatic technique for displaying these concepts in an EER schema: EER Diagram ให้อธิบาย concepts ที่อยู่ใน EER schema
- **Subtype or subclass of an entity type**
 - Subgroupings of entities that are meaningful
 - Represented explicitly because of their significance to the database application
 - ในบางครั้ง ภายใน entity อาจประกอบด้วยข้อมูลกลุ่มย่อย ที่มีความหมายชัดเจน และมีความสำคัญในการนำเสนอข้อมูลดังกล่าวให้ชัดเจนในบาง Database Application

5

Subclasses, Superclasses, and Inheritance (cont'd.)

- Terms for relationship between a superclass and any one of its subclasses: ศัพท์ที่เกี่ยวข้องที่ใช้ใน EER Diagram
 - **Superclass/subclass** or
 - **Supertype/subtype** or
 - **Class/subclass** relationship
- **Type inheritance**
 - Subclass entity inherits all attributes and relationships of superclass
 - Subclass สืบทอดทุกคุณสมบัติ และทุกความสัมพันธ์ของ superclass (สามารถสืบทอดได้หลายชั้น)

6

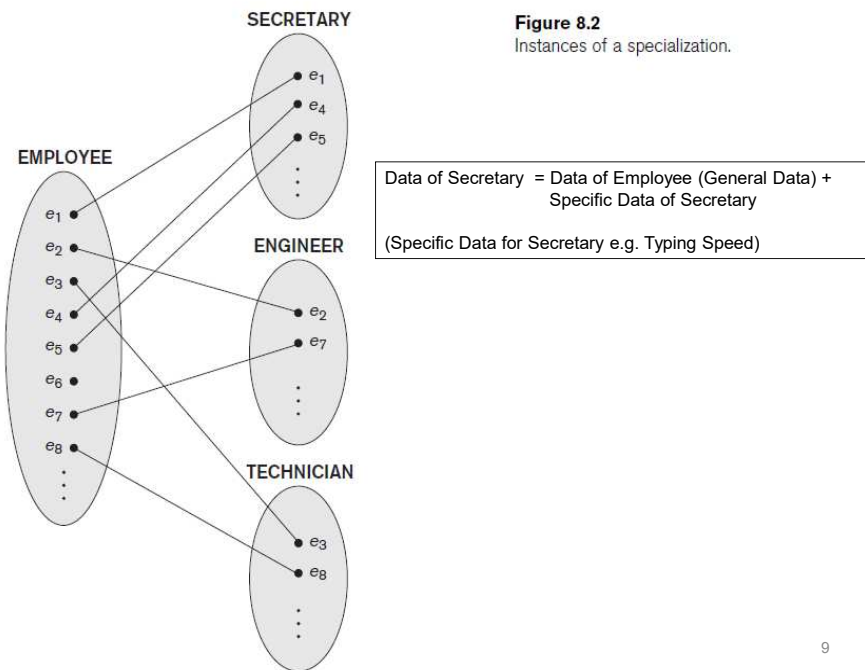


7

Specialization and Generalization

- **Specialization:** สิ่งที่แตกต่างกัน ลักษณะพิเศษ หรือลักษณะเฉพาะ
 - Process of defining a set of subclasses of an entity type
 - Defined on the basis of some distinguishing characteristic of the entities in the superclass
- Subclass can define: subclass สามารถถูกกำหนด attribute และ relationship ที่เฉพาะได้
 - **Specific attributes**
 - **Specific relationship types**

8



Specialization and Generalization (cont'd.)

- Certain attributes may apply to some but not all entities of the superclass: บาง attribute อาจจะเป็น คุณสมบัติเฉพาะของ subclass
- Some relationship types may be participated in only by members of the subclass: ความสัมพันธ์ บางอย่างอาจจะเป็นความสัมพันธ์เฉพาะสำหรับบางสมาชิกใน subclass

Generalization

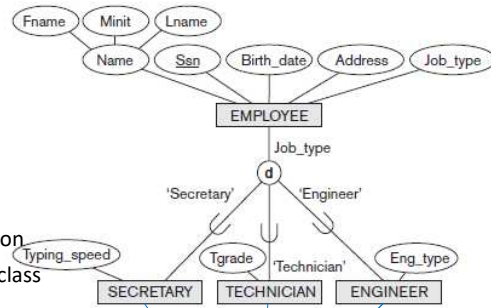
- **Generalize into a single superclass**: หาสิ่งที่มีร่วมกัน (common) เอาไว้ใน superclass แล้วตั้งชื่อใหม่ที่ general มากขึ้น สำหรับส่วนที่ต่างกันเอาไว้ใน subclass และใช้ชื่อเดิม เช่น CAR กับ TRUCK เอาส่วนที่มีรวมกันไปไว้ใน superclass และตั้งชื่อเป็น VEHICLE ส่วนสิ่งที่เฉพาะสำหรับ CAR กับ TRUCK ก็ไว้ที่เดิมซึ่งเป็น subclass และใช้ชื่อเดิม
 - Original entity types are special subclasses
- **Generalization**
 - Process of defining a generalized entity type from the given entity types: ขบวนการในการกำหนด generalized entity (superclass) จากหลายๆ entity ที่มีในระบบ

Constraints and Characteristics of Specialization and Generalization Hierarchies

- Constraints that apply to a single specialization or a single generalization
- Differences between specialization/generalization lattices (**Multiple Inheritance**) and hierarchies (**Single Inheritance**)

Constraints on Specialization and Generalization

- May be several or one subclass: สิ่งที่ทำให้เกิดคุณสมบัติเฉพาะ specialize อาจเกิดจากคุณลักษณะที่แตกต่างกันของบาง attribute เช่น job_type ในรูปดังแสดงด้านล่าง
- Determine entity subtype:
 - **Predicate-defined** (or **condition-defined**) subclasses
 - **Attribute-defined** specialization
- **User-defined:** do not have a condition for determining membership in a subclass



If all subclasses in a specialization have their membership condition on the same attribute of the superclass, the specialization itself is called an **attribute-defined specialization**, and the attribute is called the **defining attribute of the specialization**

Defining Predicate:
e.g. Job_type = 'Secretary' → Secretary Subclass

13

Constraints on Specialization and Generalization (cont'd.)

- **Disjointness constraint:** ข้อจำกัดที่เป็นได้โดยอัตโนมัติอย่างหนึ่ง
 - Specifies that the subclasses of the specialization must be disjoint
- **Completeness (or totalness) constraint**
 - May be **total** or **partial**
- Disjointness and completeness constraints are independent

Total Participation: Every entity in the superclass must be a member of at least one subclass in the specialization.
For example, if every EMPLOYEE must be either an HOURLY_EMPLOYEE or a SALARIED_EMPLOYEE.

14

Specialization and Generalization Hierarchies and Lattices

- **Specialization hierarchy: Single Inheritance**
 - Every subclass participates as a subclass in only one class/subclass relationship
 - Results in a **tree structure** or **strict hierarchy**
- **Specialization lattice: Multiple Inheritance**
 - Subclass can be a subclass in more than one class/subclass relationship

15

d: Disjoint – every member of the superclass can belong to at most one of the subclasses.
For example, an Animal cannot be a lion and a horse, it must be either a lion, a horse, or a dog.

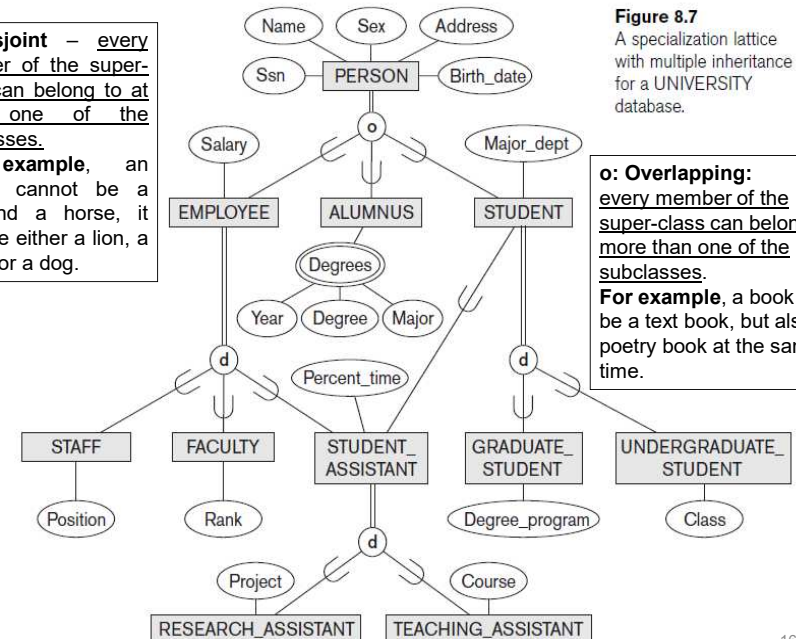


Figure 8.7
A specialization lattice with multiple inheritance for a UNIVERSITY database.

o: Overlapping: every member of the super-class can belong to more than one of the subclasses.
For example, a book can be a text book, but also a poetry book at the same time.

16

Specialization and Generalization Hierarchies and Lattices (cont'd.)

- **Multiple inheritance**
 - Subclass with more than one superclass
 - If attribute (or relationship) originating in the same superclass inherited more than once via different paths in lattice
 - Included only once in shared subclass
- **Single inheritance**
 - Some models and languages limited to single inheritance

17

Utilizing Specialization and Generalization in Refining Conceptual Schemas

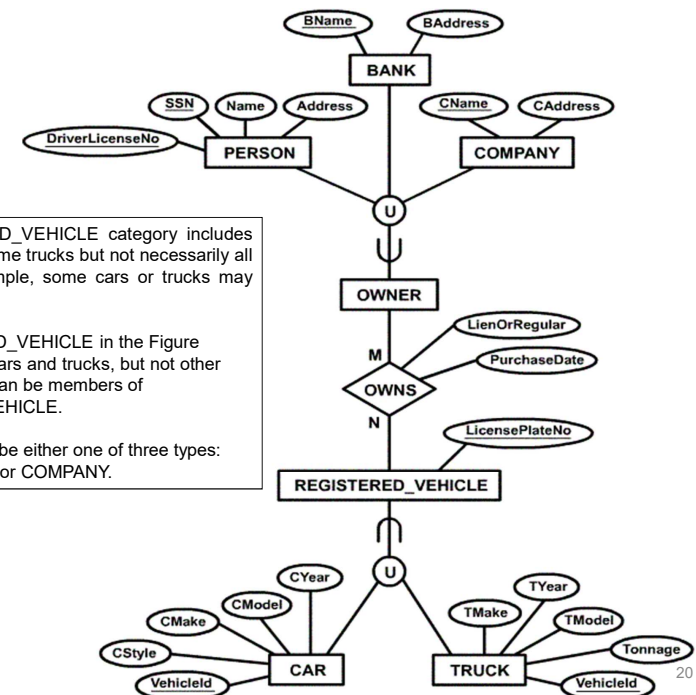
- Specialization process
 - Start with entity type then define subclasses by successive specialization
 - **Top-down conceptual refinement process:** เริ่มจากภาพใหญ่ก่อน เช่น ถ้าระบบเกี่ยวกับสัตว์ ให้นึกถึงสัตว์ก่อน แล้วค่อยแยกกลุ่มย่อยของสัตว์แต่ละประเภท เช่น สัตว์บก สัตว์น้ำ สัตว์ปีก เป็นต้น
- **Bottom-up conceptual synthesis:** ในทางกลับกัน ให้นึกถึงสัตว์แต่ละประเภทก่อน เช่น สัตว์บก สัตว์น้ำ สัตว์ปีก แล้วค่อยหาสิ่งที่ร่วมกันของสัตว์เหล่านี้
 - Involves generalization rather than specialization

18

Modeling of UNION Types Using Categories

- **Union type or a category**
 - Represents a single superclass/subclass relationship with more than one superclass
 - Subclass represents a collection of objects that is a subset of the UNION of distinct entity types
 - Attribute inheritance works more selectively
 - Category can be **total** or **partial**
- Some modeling methodologies do not have union types

19



The REGISTERED_VEHICLE category includes some cars and some trucks but not necessarily all of them (for example, some cars or trucks may not be registered).

The REGISTERED_VEHICLE in the Figure implies that only cars and trucks, but not other types of entities, can be members of REGISTERED_VEHICLE.

The OWNER can be either one of three types: PERSON, BANK, or COMPANY.

20

A Sample UNIVERSITY EER Schema, Design Choices, and Formal Definitions

- The UNIVERSITY Database Example
 - UNIVERSITY database
 - Students and their majors
 - Transcripts, and registration
 - University's course offerings

u: Union – a subclass/super-class relationship can have more than one super-class, and the subclass inherits from at most one of the super-classes (i.e. the subclass INSTRUCTOR_RESEARCHER will inherit the relationships and attributes associated with either FACULTY or Grad_STUDENT, but not both). Each super class may have different primary keys, or the same primary key. All members of the super-classes are not members of the super-class. For example, a INSTRUCTOR_RESEARCHER can be a FACULTY, or a Grad_STUDENT, but not both. And all FACULTYs and Grad_STUDENTs are not INSTRUCTOR_RESEARCHERS.

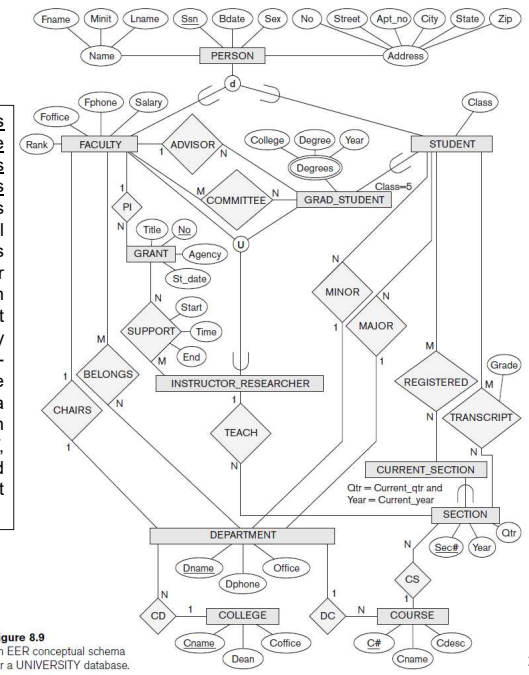


Figure 8.9 An EER conceptual schema for a UNIVERSITY database.

Design Choices for Specialization/Generalization

- Many specializations and subclasses can be defined to make the conceptual model accurate: specializations and subclasses ทำให้การออกแบบในระดับแนวคิดมีความถูกต้องแม่นยำชัดเจนขึ้น
- If subclass has few specific attributes and no specific relationships
 - Can be merged into the superclass
 - ในกรณีที่มีเพียง 1 subclass และมี attribute เฉพาะน้อย และไม่มี ความสัมพันธ์เฉพาะเจาะจงกับ entity อื่น สามารถรวม subclass ดังกล่าว เข้ากับ superclass ได้

Design Choices for Specialization/Generalization (cont'd.)

- If all the subclasses of a specialization/generalization have few specific attributes and no specific relationships
 - Can be merged into the superclass
 - Replace with one or more type attributes that specify the subclass or subclasses that each entity belongs to
 - ในกรณีที่ทุก subclass มี attribute เฉพาะน้อย และไม่มี ความสัมพันธ์เฉพาะเจาะจงกับ entity อื่น สามารถรวม subclass ดังกล่าวเข้ากับ superclass ได้ และกำหนด attribute เพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นตัวที่กำหนดความแตกต่างของ subclass

Design Choices for Specialization/Generalization (cont'd.)

- Union types and categories should generally be avoided: ให้หลีกเลี่ยง Union types and categories
- Choice of disjoint/overlapping and total/partial constraints on specialization/generalization
 - Driven by rules in miniworld being modeled

25

Formal Definitions for the EER Model Concepts

- **Class**
 - Set or collection of entities
 - Includes any of the EER schema constructs of group entities
- **Subclass**
 - Class whose entities must always be a subset of the entities in another class
- **Specialization**
 - Set of subclasses that have same superclass

26

Formal Definitions for the EER Model Concepts (cont'd.)

- **Generalization**
 - Generalized entity type or superclass
- **Predicate-defined**
 - Predicate on the attributes of is used to specify which entities in *C* are members of *S*
- **User-defined**
 - Subclass that is not defined by a predicate
- **Category**
 - Class that is a subset of the union of *n* defining superclasses
- **Relationship type**
 - Any class can participate in a relationship

27

Example of Other Notation

- Representing specialization and generalization in UML class diagrams

– Basic notation

- See Figure 8.10

– Base class

- Root superclass

– Leaf classes

- Subclasses (leaf nodes)

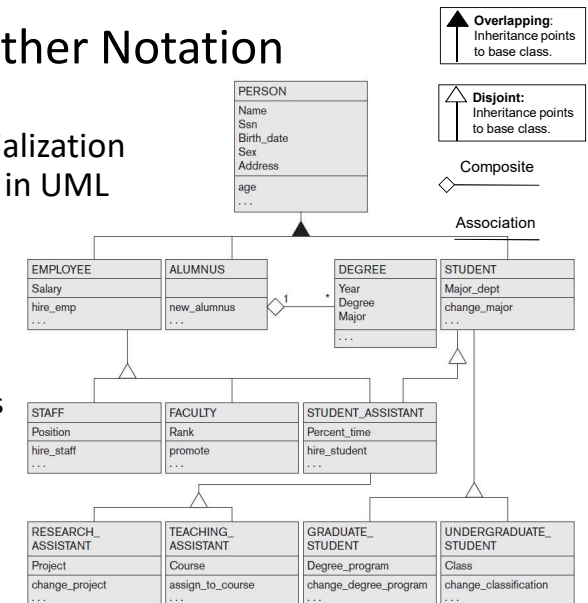


Figure 8.10
A UML class diagram corresponding to the EER diagram in Figure 8.7, illustrating UML notation for specialization/generalization.

28

Specialization and Generalization

Aggregation and Association

- **Specialization**
 - Classify a class of objects into more specialized subclasses
- **Generalization**
 - Generalize several classes into a higher-level abstract class
 - Includes the objects in all these classes
- **Aggregation**
 - Abstraction concept for building composite objects from their component objects
- **Association**
 - Associate objects from several independent classes
- **Main structural distinction**
 - When an association instance is deleted
 - Participating objects may continue to exist

29

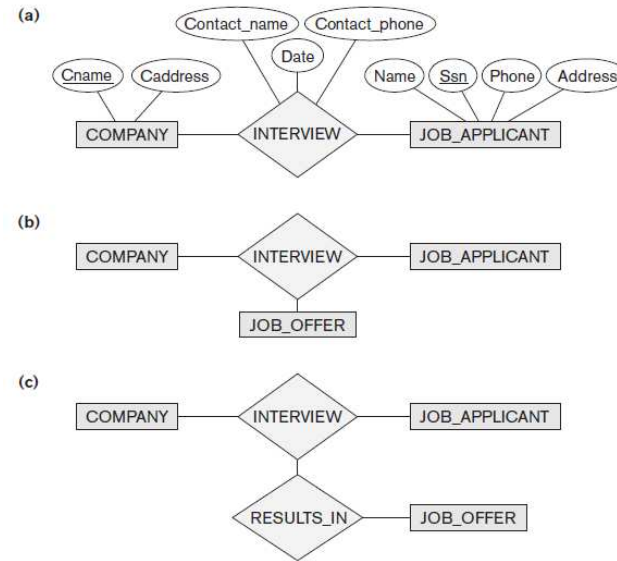


Figure 8.11
Aggregation. (a) The relationship type INTERVIEW. (b) Including JOB_OFFER in a ternary relationship type (incorrect). (c) Having the RESULTS_IN relationship participate in other relationships (not allowed in ER). (d) Using aggregation and a composite (molecular) object (generally not allowed in ER but allowed by some modeling tools). (e) Correct representation in ER.

30

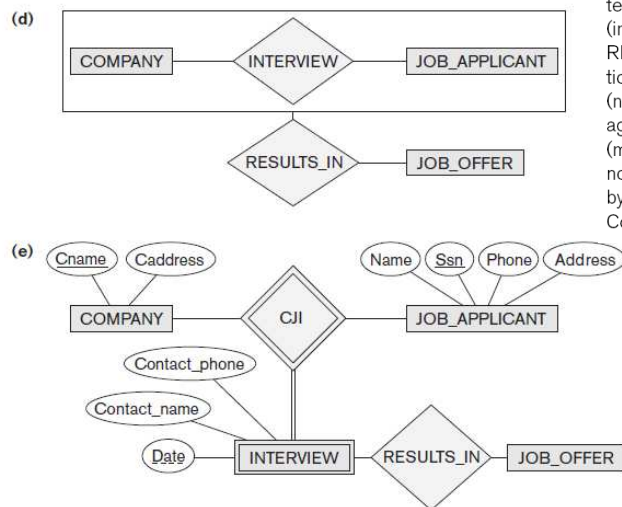


Figure 8.11
Aggregation. (a) The relationship type INTERVIEW. (b) Including JOB_OFFER in a ternary relationship type (incorrect). (c) Having the RESULTS_IN relationship participate in other relationships (not allowed in ER). (d) Using aggregation and a composite (molecular) object (generally not allowed in ER but allowed by some modeling tools). (e) Correct representation in ER.

31

Summary

- **Enhanced ER or EER model**
 - Extensions to ER model that improve its representational capabilities
 - Subclass and its superclass
 - Category or union type
- **Notation and terminology of UML for representing specialization and generalization**

32