Базы данных

Юрий Литвинов
y.litvinov@spbu.ru

12.11.2025

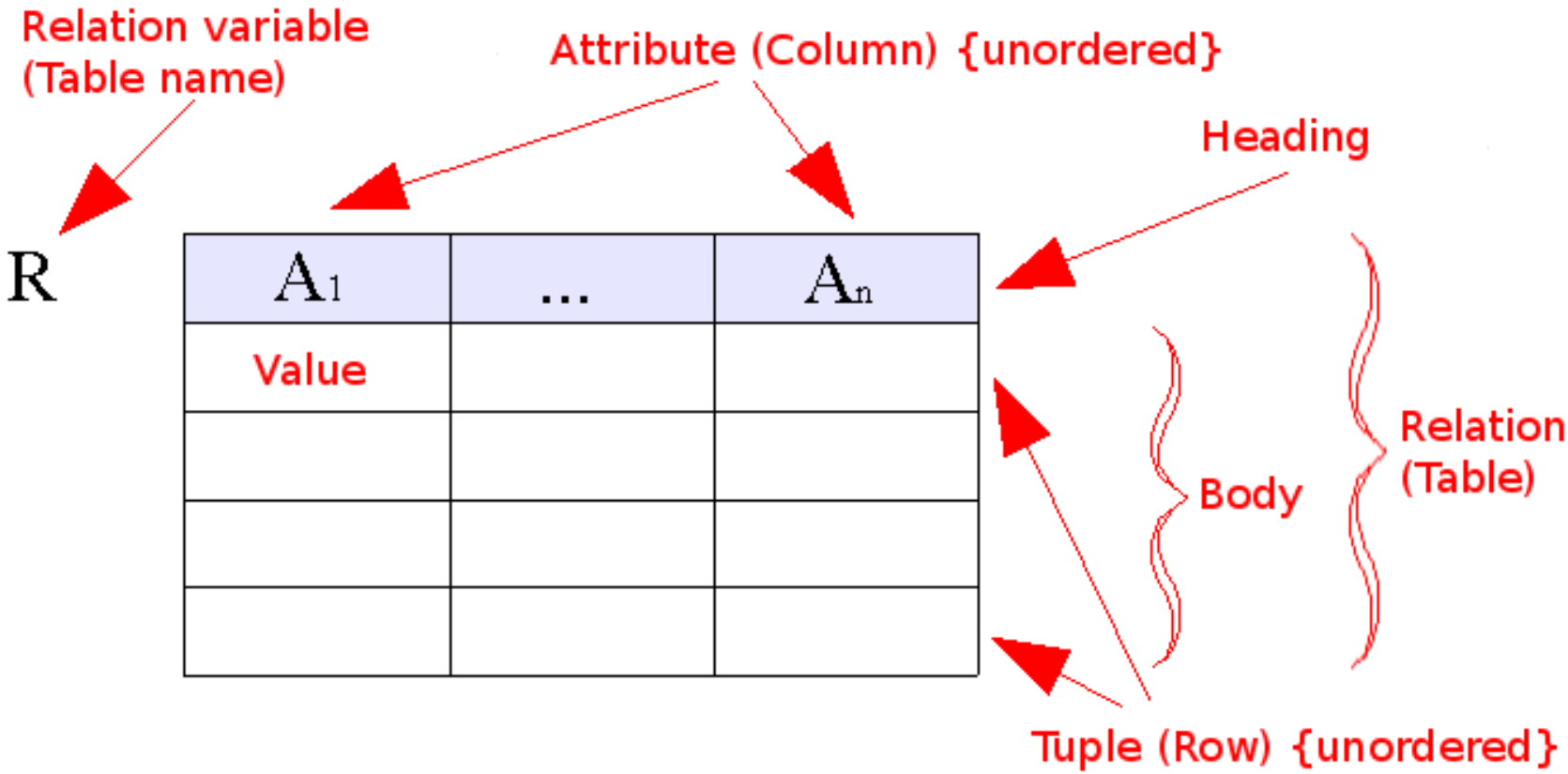
СУБД

- Реляционные
  - Отношения
  - Операции
- Объектно-ориентированные
  - Сериализованные объекты
- Иерархические
- ...

Реляционные vs ОО-СУБД

- Реляционные
  - Сложность интеграции с ОО-кодом
    - ORM (Microsoft Entity Framework, Hibernate, MyBatis, ...)
  - Эффективные и выразительные запросы
- Объектно-ориентированные
  - Проще, легковеснее, не требуют ORM
  - “Бедный” язык запросов
  - Часто не умеют того, что для реляционных СУБД естественно (например, транзакций)

Реляционная модель данных



© Wikipedia

Пример таблицы

CustomerID	TaxID	Name	Address
1234567890	555-5512222	Munmun	323 Broadway
2223344556	555-5523232	Wile E.	1200 Main Street
3334445563	555-5533323	Ekta	871 1st Street
423242432	555-5325523	E.F. Codd	123 It Way

Ключи

- Первичные (primary)
  - Естественные
    - Составные
  - Суррогатные
- Внешние (foreign)

CITY

ID	Name
1	Москва
2	Санкт-Петербург
3	Владивосток

STREET

ID	Name	ID_CITY
181	Малая Бронная	1
182	Тверской Бульвар	1
183	Невский проспект	2
184	Пушкинская	2
185	Светланская	3
186	Пушкинская	3

Ограничения

- PRIMARY KEY
- FOREIGN KEY
- NOT NULL
- UNIQUE
- ...

SQL SELECT

Таблица «T»	Запрос	Результат
C1 C2 1 a 2 b	`SELECT * FROM T;`	C1 C2 1 a 2 b
C1 C2 1 a 2 b	`SELECT C1 FROM T;`	C1 1 2
C1 C2 1 a 2 b	`SELECT * FROM T WHERE C1 = 1;`	C1 C2 1 a
C1 C2 1 a 2 b	`SELECT * FROM T ORDER BY C1 DESC;`	C1 C2 2 b 1 a

SELECT, вложенные запросы

```
SELECT isbn,
       title,
       price
FROM Book
WHERE price < (SELECT AVG(price) FROM Book)
ORDER BY title;
```

INNER JOIN

City (Города)

Id	Name
1	Москва
2	Санкт-Петербург
3	Казань

Person (Люди)

Name	CityId
Андрей	1
Леонид	2
Сергей	1
Григорий	4

```
SELECT *
FROM
  Person
  INNER JOIN
  City
    ON Person.CityId = City.Id
```

Person.Name	Person.CityId	City.Id	City.Name
Андрей	1	1	Москва
Леонид	2	2	Санкт-Петербург
Сергей	1	1	Москва

© Wikipedia

OUTER JOIN

City (Города)

Id	Name
1	Москва
2	Санкт-Петербург
3	Казань

Person (Люди)

Name	CityId
Андрей	1
Леонид	2
Сергей	1
Григорий	4

```
SELECT *
FROM
  Person
  LEFT OUTER JOIN
  City
    ON Person.CityId = City.Id
```

Person.Name	Person.CityId	City.Id	City.Name
Андрей	1	1	Москва
Леонид	2	2	Санкт-Петербург
Сергей	1	1	Москва
Григорий	4	NULL	NULL

© Wikipedia

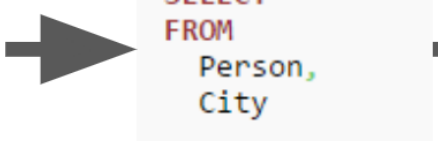
CROSS JOIN

City (Города)

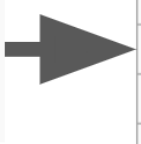
Id	Name
1	Москва
2	Санкт-Петербург
3	Казань

Person (Люди)

Name	CityId
Андрей	1
Леонид	2
Сергей	1
Григорий	4



```
SELECT *
FROM
  Person,
  City
```



Person.Name	Person.CityId	City.Id	City.Name
Андрей	1	1	Москва
Андрей	1	2	Санкт-Петербург
Андрей	1	3	Казань
Леонид	2	1	Москва
Леонид	2	2	Санкт-Петербург
Леонид	2	3	Казань
Сергей	1	1	Москва
Сергей	1	2	Санкт-Петербург
Сергей	1	3	Казань
Григорий	4	1	Москва
Григорий	4	2	Санкт-Петербург
Григорий	4	3	Казань

© Wikipedia

INSERT, UPDATE, DELETE

INSERT:

```
INSERT INTO phone_books VALUES ('Peter Doe', '555-2323');
```

UPDATE:

```
UPDATE persons SET
       street = 'Nissestien 67',
       city = 'Sandnes',
   WHERE lastname = 'Tjessem' AND firstname = 'Jakob';
```

DELETE:

```
DELETE ab, b
   FROM Authors AS a, AuthorArticle AS ab, Articles AS b
   WHERE a.AuthID = ab.AuthID AND ab.ArticleID = b.ArticleID
      AND AuthorLastName = 'Henry';
```

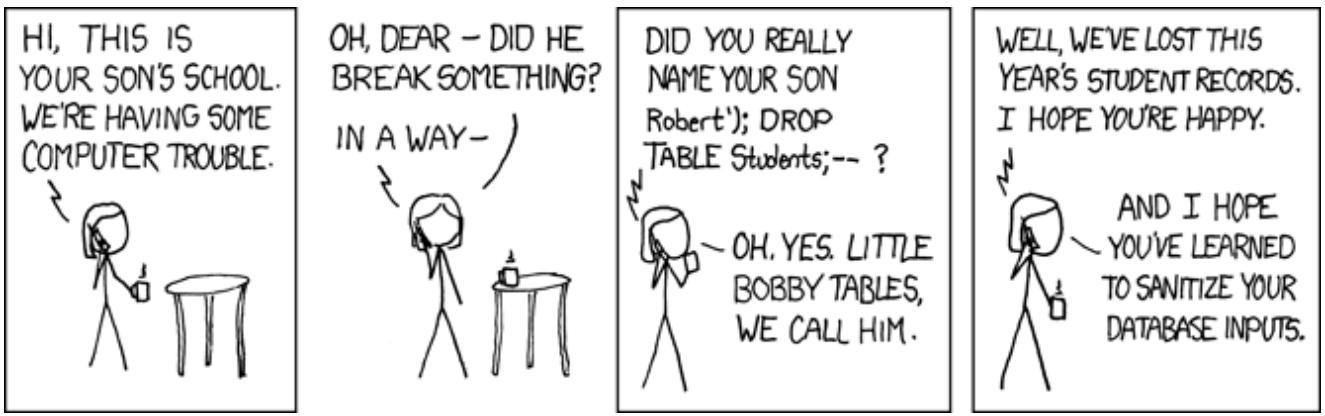
Работа с метаинформацией

CREATE TABLE:

```
CREATE TABLE Students (
    Code INTEGER NOT NULL,
    Name NCHAR(30) NOT NULL,
    Address NVARCHAR(50),
    Mark DECIMAL);
```

DROP TABLE:

```
DROP TABLE Students;
```



Работа с метаинформацией

ALTER TABLE:

ALTER TABLE Students **ADD** email VARCHAR(**MAX**);
ALTER TABLE Students **DROP COLUMN** email;

ALTER TABLE Students **ADD PRIMARY KEY** (Code);

Низкий уровень работы с данными, ADO.NET

- Возможность исполнять SQL-запросы для разных источников данных
- Data Provider обеспечивает общение с конкретной СУБД
- Connection String описывает, как подключиться к СУБД
- Command представляет абстракцию команды в СУБД
- DataSet обеспечивает более-менее высокоуровневое представление данных
- Может работать даже с XML или таблицами Excel
- Пространство имён System.Data
- Лучше не использовать в современном коде

Пример, чтение из базы

```
public static void Main()
{
    using (var connection = new MySqlConnection(
        "database=cities;server=localhost;user id=root;" +
        "Password=my-secr3t-p4ssw0rd;SslMode=none"))
    {
        var command = new MySqlCommand("SELECT Id, Name FROM City", connection);
        connection.Open();
        var reader = command.ExecuteReader();
        while (reader.Read())
        {
            Console.WriteLine($"Id: {reader.GetInt32(0)}\tName:{reader.GetString(1)}");
        }
    }
}
```

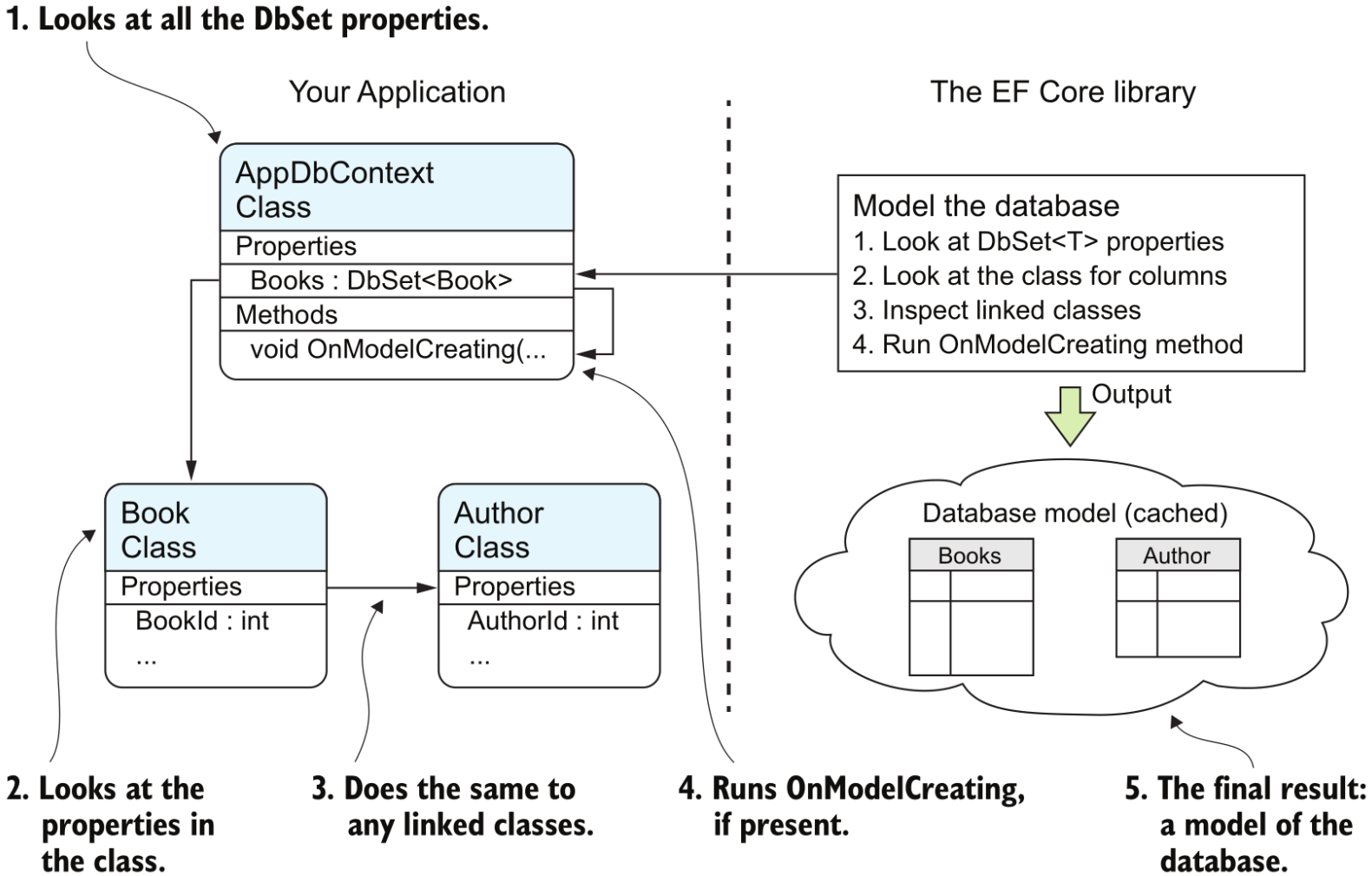
Пример, добавление в базу

```
public static async Task Main()
{
    using (var connection = new MySqlConnection(
        "database=cities;server=localhost;user id=root;" +
        "Password=my-secr3t-p4ssw0rd;SslMode=none"))
    {
        var command = new MySqlCommand(
            "INSERT INTO City (name) VALUES (@name)", connection);
        command.Parameters.AddWithValue("@name", "Peterhof");
        connection.Open();
        await command.ExecuteNonQueryAsync();
        Console.WriteLine($"Done, inserted row id = {command.LastInsertedId}");
    }
}
```

Высокий уровень работы с данными, Entity Framework

- ORM (Object-Realtional Mapping) системы — преобразуют реляционные данные в объекты
- ORM-библиотека берёт на себя общение с базой
  - И даже генерацию SQL-запросов
  - Типобезопасность
- Entity Framework Core — одна из реализаций для .NET (.NET Core)

Как она работает



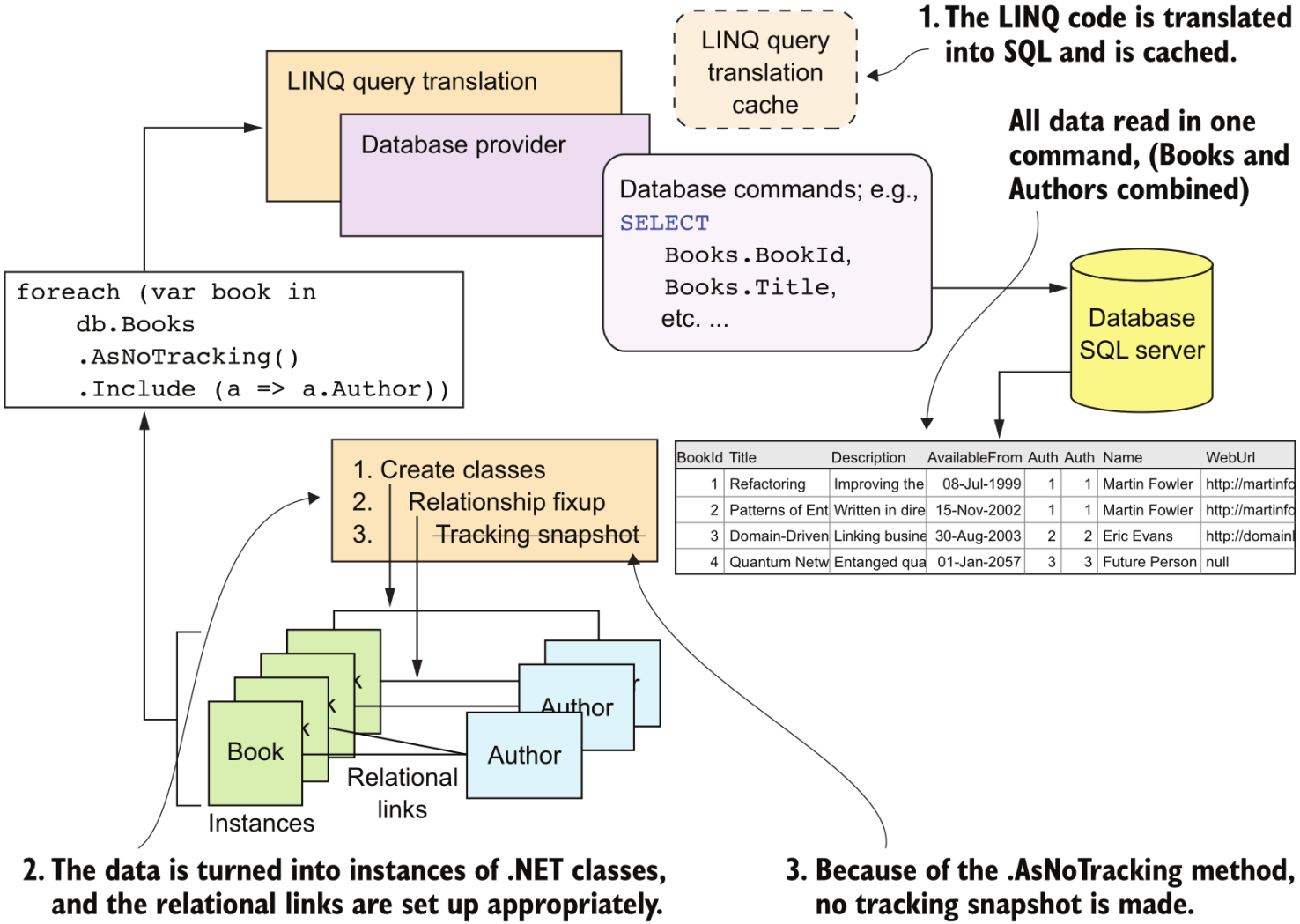
© J. Smith, “Entity Framework Core In Action”

Как это примерно выглядит в коде

Запрос к базе

```
public static void ListAll()
{
    using (var db = new AppDbContext())
    {
        foreach (var book in db.Books.AsNoTracking().Include(a => a.Author))
        {
            var webUrl = book.Author.WebUrl == null
                ? "- no web URL given -"
                : book.Author.WebUrl;
            Console.WriteLine($"{book.Title} by {book.Author.Name}");
            Console.WriteLine("Published on "
                + $"{book.PublishedOn:dd-MMM-yyyy}"
                + $". {webUrl}");
        }
    }
}
```

Что в это время делает EF



© J. Smith, “Entity Framework Core In Action”

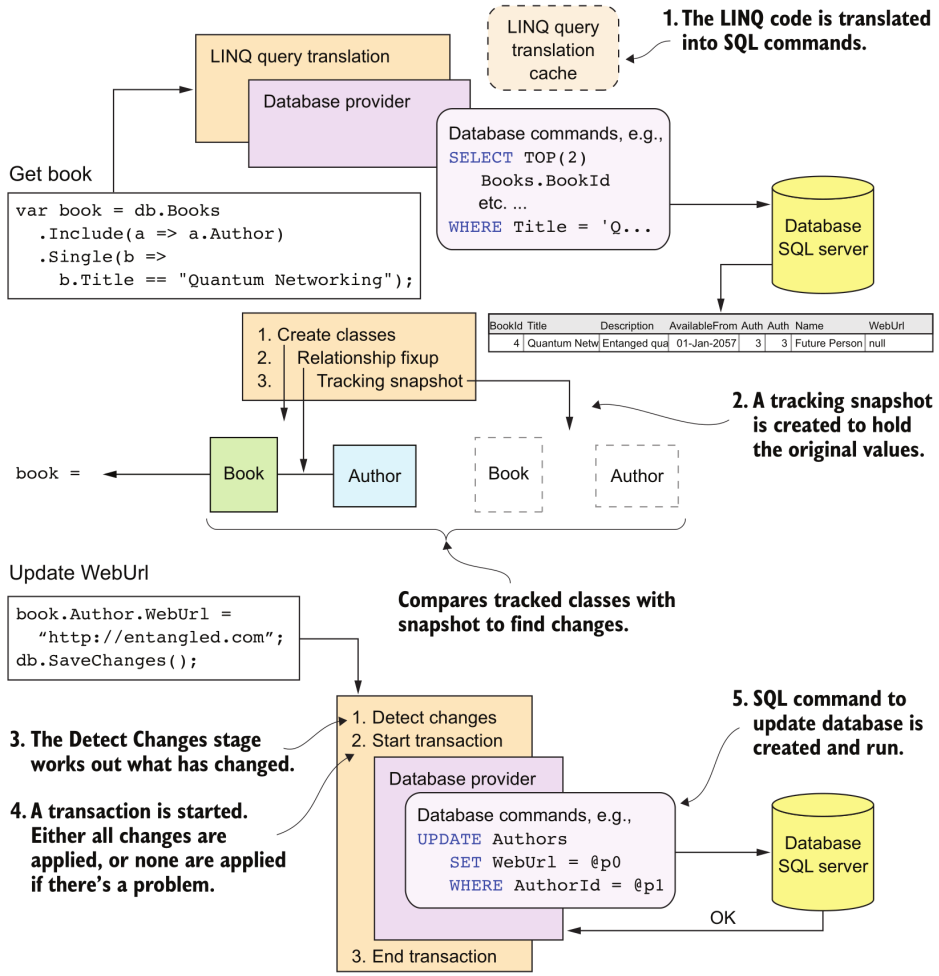
Сгенерированный SQL

```
SELECT b.BookId,
    b.AuthorId,
    b.Description,
    b.PublishedOn,
    b.Title,
    a.AuthorId,
    a.Name,
    a.WebUrl
FROM Books AS b
INNER JOIN Author AS a ON
    b.AuthorId = a.AuthorId
```

Обновление данных

```
public static void ChangeWebUrl()
{
    Console.Write("New Quantum Networking WebUrl > ");
    var newWebUrl = Console.ReadLine();
    using (var db = new AppDbContext())
    {
        var book = db.Books.Include(a => a.Author)
                           .Single(b => b.Title == "Quantum Networking");
        book.Author.WebUrl = newWebUrl;
        db.SaveChanges();
        Console.WriteLine("... SavedChanges called.");
    }
}
```

Что в это время делает EF



© J. Smith, “Entity Framework Core In Action”