Department of Computer Science
University of Cyprus

EPL342 –Databases

Lecture 20: External DB Programming II

Internal Prog.: Sprocs, UDFs, Cursors,
External Prog.: Embedded SQL,JDBC, SQL/CLI

(Chapter 10.2-10.4, Elmasri-Navathe 7ED +
TransactSQL Reference Guide

Demetris Zeinalipour

http://www.cs.ucy.ac.cy/courses/EPL342

Περιεχόμενο Διάλεξης

Εσωτερικός Προγραμματισμός DB II

- Εσωτερικός Προγραμματισμός
- **Scripts/Batches** σε TSQL
- **Stored Procedures (Sprocs)** σε TSQL
- SQL Injection Attacks – How to prevent?
- **User Defined Functions (UDFs)** σε TSQL
- **Cursors σε TSQL**

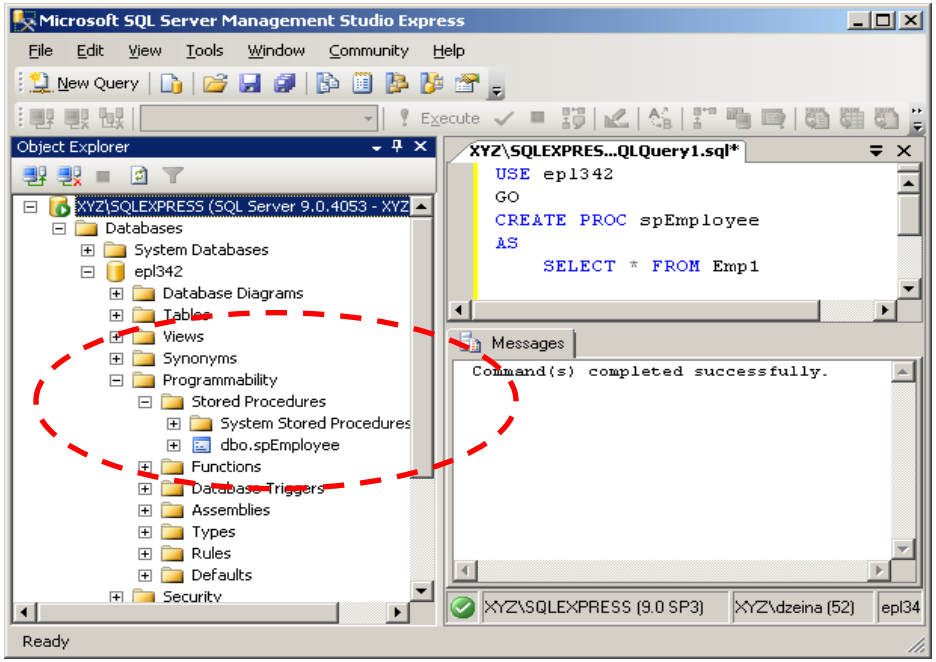
Εξωτερικός Προγραμματισμός DB

- Ενσωματωμένη SQL (Embedded SQL): SQLCA και SQLJ
- Ενσωματωμένη SQL με **Κλήσεις Συναρτήσεων (Embedded SQL with APIs and Functions Calls):** JDBC και SQL/CLI (ex ODBC)

B) Stored Procedures σε TSQL

- **Stored Procedures (Sprocs)**, είναι εντολές (T)SQL οι οποίες **αποθηκεύονται** στη **βάση δεδομένων** και οι οποίες μπορούν να **πάρουν ορίσματα** και να **επιστρέψουν τιμές**.
- **Παράδειγμα:** Δημιουργία Sproc το οποίο επιστρέφει όλους τους Employee

```
USE epl342
GO
CREATE PROC spEmployee
AS
    SELECT * FROM Emp1
GO
```

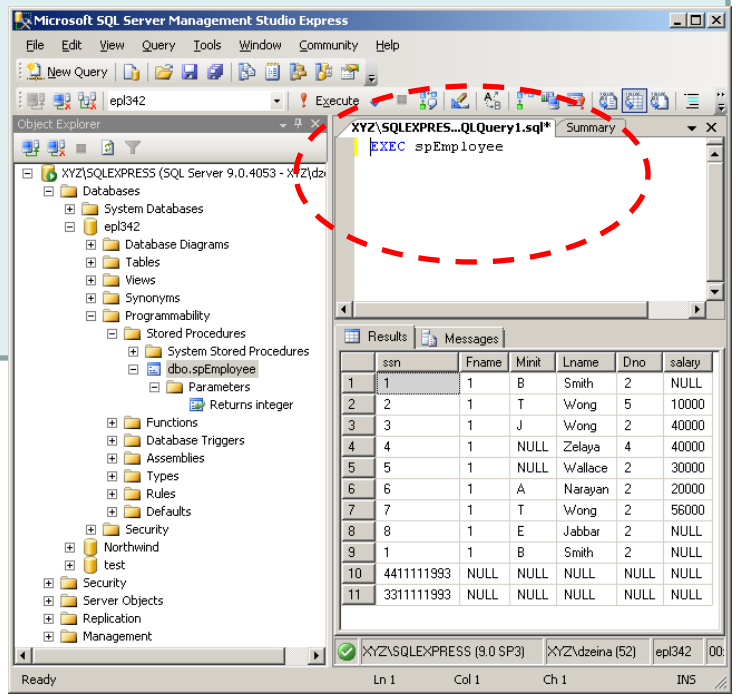


GO is not a SQL keyword.
It's a batch separator used by client tools (like SSMS)
to break the entire script up into batches

B) Stored Procedures σε TSQL (Sproc χωρίς Παραμέτρους)

- **Κλήση Sproc (χωρίς Παραμέτρους) μέσω EXEC**

```
USE epl342
GO
EXEC spEmployee
```



Άλλες Εντολές

- **Ακύρωση SProc**
  - DROP PROC spEmployee [;]
- **Μεταβολή Sproc**
  - ALTER PROC

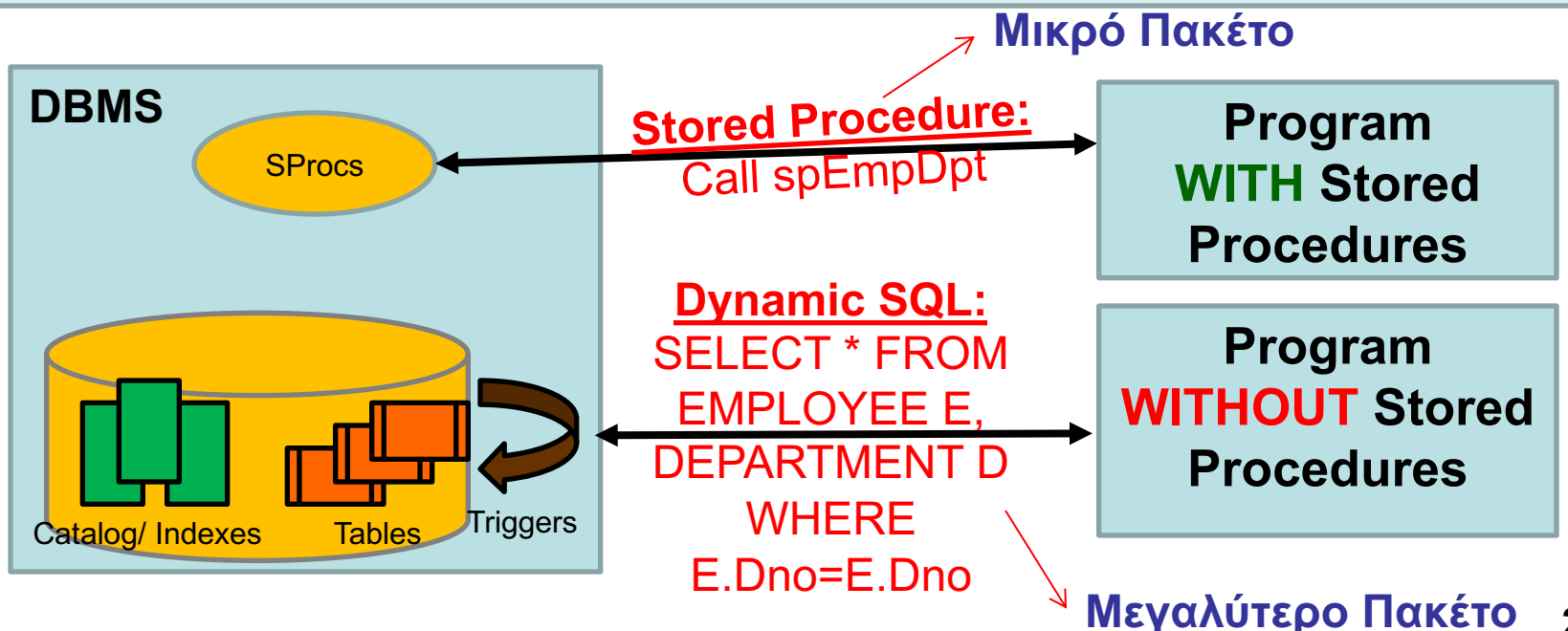
    AS SELECT * FROM Emp1

    GO

B) Stored Procedures σε TSQL (Χαρακτηριστικά Sprocs)

Βασικό Πλεονέκτημα Sprocs:

- **Επίδοση/Μειωμένη Κίνηση Δικτύου:** Το **Sproc** είναι **Precompiled/Optimized** πριν την κλήση του. Επίσης **μειώνεται** η **κυκλοφορία δεδομένων** μεταξύ DBMS και προγράμματος εφαρμογής.



B) Stored Procedures σε TSQL (Χαρακτηριστικά Sprocs)

- **Άλλα Πλεονεκτήματα Sprocs**
  - **Ασφάλεια:** Τα Sprocs μας επιτρέπουν να δώσουμε **πρόσβαση** σε **λειτουργίες** της βάσης **χωρίς** να δίνουμε πρόσβαση στους **πίνακες**.
  - **Ακρίβεια:** Οι διεπαφές (ODBC, JDBC, κτλ) στη προσπάθεια να προσφέρουν ένα κοινό υπόβαθρο λειτουργίας σε διαφορετικούς κατασκευαστές βάσεων κάνουν διάφορους συμβιβασμούς στην ακρίβεια (π.χ., μετατροπή τύπων κτλ)
  - **Εύκολη μεταφορά σε άλλη Γλώσσα Προγραμματισμού:** Αυτό εφόσον όλη η λογική της βάσης υλοποιείται εσωτερικά και όχι στην γλώσσα προγραμματισμού.
  - Μειώνουμε τον κίνδυνο για SQL Injection επιθέσεις.
  - Μειώνουμε και την έκθεση του πηγαίου μας κώδικα προς τα έξω.
- **Μειονεκτήματα Sprocs**
  - **Δύσκολη Μεταφορά σε άλλο DBMS:** Αυτό λόγω του ότι οι γλώσσες που χρησιμοποιούνται σε Προγ. Γλώσσες Βάσεων Δεδομένων (π.χ., σύνταξη της TSQL) δεν είναι προτυποποιημένες

B) Stored Procedures σε TSQL (Sproc με Παράμετρο Εισόδου)

- **Παράδειγμα Sproc: Βρες όλα τα name, dependent name βάσει κάποιας συμβολοσειράς αναζήτησης**

```
USE epl342
GO
CREATE PROC spEmpDep
   @SearchName nvarchar(50)
AS
   SELECT E.fname, D.dname
   FROM Dependent D, Emp1 E
   WHERE D.ssn=E.ssn AND
      D.Dname LIKE '%' + @ SearchName + '%';
```

Παράμετρος Εισόδου (max αριθμός = 2100)

EMPLOYEE

ssn	Fname	Minit	Lname	Dno
1	John	B	Smith	2
2	Franklin	T	Wong	5
3	Alicia	J	Wong	2
4	Jennifer	S	Zelaya	4
5	Ramesh	K	Wallace	2
6	Joyce	A	Narayan	2
7	Ahmad	V	English	2
8	James	E	Jabbar	2

ssn	dname
1	Natali
1	Stefanos
2	Achilleas
2	Prokopis
3	Irini

DEPENDENT

Κλήση Sproc: EXEC spEmpDep 'Ach'

➔ Επιστρέφει Franklin, Achilleas

B) Stored Procedures σε TSQL (Sproc με Παράμετρο Εισόδου/Εξόδου)

- Παράδειγμα Stored Procedure που λαμβάνει ως είσοδο ένα CustomerID και ελέγχει το ιστορικό αγορών του εν λόγω πελάτη.

Μεταβλητή εξόδου

```
CREATE PROCEDURE sp_CustomerLevel
@CustomerID INTEGER,
@CustomerLevel VARCHAR(20) OUT
AS
  DECLARE @PurchaseTotal DECIMAL(8,2)
  SET @PurchaseTotal =   (SELECT SUM(amount) FROM transactions tr
                          WHERE tr.CustomerID = @CustomerID)
  IF @PurchaseTotal = 0
     BEGIN
       SET @CustomerLevel = 'Empty'
       RETURN
     END
  IF @PurchaseTotal > 1000
     SET @CustomerLevel = 'Standard'
  ELSE
     SET @CustomerLevel = 'Gold'
```

Κλήση Sproc sp_CustomerLevel

```
DECLARE @CustomerLevel VARCHAR(20)
EXEC sp_CustomerLevel 12391, @CustomerLevel OUT
PRINT @CustomerLevel
```

➔ **Επιστρέφει Empty**

SQL Injection Attacks
Τι είναι;

- Είναι η περίπτωση που ένας κακόβουλος χρήστης διεξάγει ανεπίτρεπτες πράξεις στην κατάσταση της βάσης μας
  - Π.χ., εισαγωγή/διαγραφή/ενημέρωση δεδομένων ή πινάκων SELECT/INSERT/UPDATE/CREATE, εκτέλεση ρουτίνων της βάσης EXEC για π.χ., άνοιγμα πορτών, εμφύτευση κακόβουλου κώδικα, κτλ.
  - Το 2018-2019 η Fortite, Tesla και Cisco ήταν θύματα.
- Αφορά περιπτώσεις Δυναμικής SQL

```
SELECT E.fname, D.dname
  FROM Dependent D, Emp1 E
  WHERE D.ssn=E.ssn AND
    D.Dname LIKE '%' + @ SearchName + '%';
```

Παράδειγμα

- **Υποθέστε τον ακόλουθο C# κώδικα (μπορούσε να είναι PHP, Java, κτλ.)**

```
var Shipcity;
ShipCity = Request.form ("ShipCity");
var sql = "select * from OrdersTable where ShipCity = '" +
ShipCity + "'";
```

- **Ο χρήστης δίνει στο input**

```
Redmond'; drop table OrdersTable–
```

- **Τι εκτελείται;**

```
SELECT * FROM OrdersTable WHERE ShipCity =
'Redmond';drop table OrdersTable--'
```

SQL Injection Attacks
Τύποι Επιθέσων

- Union-based SQL Injection
  - Επικόλληση στο result-set επιπλέον αποτελεσμάτων με UNION
- Error-Based SQL Injection
  - Εκτύπωση επιπλέον αποτελεσμάτων με PRINT στο standard error
- SQL injection based on user input
  - Επικόλληση επιπλέον statements π.χ., DROP, DELETE, κτλ ως μέρος του query
- ....

SQL Injection Attacks
Πως αποτρέπεται;

- Είναι περίπλοκο θέμα σε πολλά επίπεδα το οποίο θα αγγίξουμε μόνο επιδερμικά
  - Φιλτράρισμα Εισόδου & Blacklisting (π.χ., σε χαρακτήρες “<>/?*()&”, SELECT, EXEC, INSERT, file name handlers: AUX, CLOCK$, COM1 through COM8, CON, CONFIG$, LPT1 through LPT8, NUL, and PRN.κτλ)
  - Ελάχιστα δικαιώματα στον χρήστη
  - Χρήση Stored Procedures (όχι Dynamic SQL)
  - Χρήση εξειδικευμένων σουιτών ασφάλειας και εργαλείων ελέγχου (penetration testing)
  - Περισσότερα: https://learn.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/security/sql-injection?view=sql-server-ver16

SQL Injection Attacks QUOTENAME, REPLACE

- SELECT QUOTENAME ('character_string' [, 'quote_character'])
  - Περιορίζει την είσοδο σε 127 χαρακτήρες (αποτρέπει buffer overflow attacks through SQL injection - see example on prior slide)
    - μεγαλύτερα strings εισόδου επιστρέφουν NULL
  - Προσθέτει διαχωριστικά έτσι ώστε η συμβολοσειρά εισόδου να είναι δόκιμη
    - single quotation mark (**'**), a left or right bracket (**[]**), a double quotation mark (**"**), a left or right parenthesis (**()**), a greater than or less than sign (**><**), a left or right brace (**{}**) or a backtick (**`**).
    - Τα left or right bracket (**[]**) είναι default
    - SELECT QUOTENAME('abc def'); Δινει [abc def] (1 row(s) affected)
- SELECT REPLACE('abcdefghicde','cde','xxx');
  - Αντικαθιστά χαρακτήρες σε μια ακολουθία εισόδου

Sanitizing Input in Stored Procedures

```
ALTER PROCEDURE dbo.My_Stored_Procedure
@String_Parameter VARCHAR(289)
AS
BEGIN
SELECT @String_Parameter = REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPL
ACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(R
EPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLAC
E(REPLACE(REPLACE(REPLACE(REPLACE(@String_Parameter, '@', ''), '#', ''), '%', ''), '!', ''), '$', ''), '^', ''), '
&', ''), '*', ''), '(', ''), ')', ''), '_', ''), '-', ''), '=', ''), '+', ''), '[', ''), ']', ''), '{', ''), '}', ''), '\', ''), '|', ''), ';', ''), ':', ''), '"',
''), '''', ''), ',', ''), '<', ''), '.', ''), '>', ''), '/', ''), '?', ''), '`', ''), '~', ''), ' ', ' ');
SELECT @String_Parameter;
END
```

Daisy chaining replace is messy but works (as opposed to regex solution):

https://www.sqlshack.com/sanitizing-inputs-avoiding-security-usability-disasters/

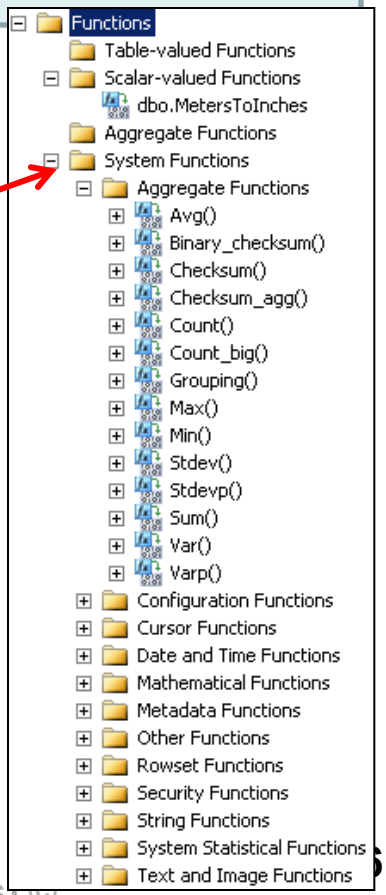
Παράδειγμα Αλλαγής Password

```
CREATE PROCEDURE sp_MySetPassword
    @loginname sysname,
    @old sysname,
    @new sysname
AS

-- Declare variables.
    DECLARE @login sysname
    DECLARE @newpassword sysname
    DECLARE @oldpassword sysname
    DECLARE @command varchar(2000)

-- In the following statements, the data stored in temp variables
-- will be truncated because the buffer size of @login, @oldpassword,
-- and @newpassword is only 128 characters, but QUOTENAME() can return
-- up to 258 characters.
    SET @login = QUOTENAME(@loginname, '''')
    SET @oldpassword = QUOTENAME(@old, '''')
    SET @newpassword = QUOTENAME(@new, '''')

-- Construct the dynamic Transact-SQL.
-- If @new contains 128 characters, then @newpassword will be '123... n
-- where n is the 127th character.
-- Because the string returned by QUOTENAME() will be truncated,
-- it can be made to look like the following statement:
-- UPDATE Users SET password ='1234. . .[127] WHERE username=' -- other stuff h
    SET @command = 'UPDATE Users set password = ' + @newpassword
     + ' where username =' + @login + ' AND password = ' + @oldpassword;

-- Execute the command.
EXEC (@command);
GO
```

C) UDFs σε TSQL

- **UDF (User Defined Functions): συναρτήσεις** του χρήστη οι οποίες αποτελούνται από **εντολές** (T)SQL και οι οποίες **αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων.**

- Σημειώστε ότι κάθε βάση δεδομένων παρέχει και built-in συναρτήσεις οι οποίες ονομάζονται **System Functions** (π.χ., MAX, MIN, ABS, κτλ)
- Τα UDFs (TSQL) διακρίνονται στις κατηγορίες:
  - **Scalar-valued Functions** ➔ Επιστρέφουν Βαθμωτή Τιμή (Scalar: int, varchar, κτλ.)
  - **Table-Valued Functions** ➔ Επιστρέφουν Πίνακα
  - **Aggregate Functions** ➔ Επιστρέφουν κάποιο συναθροιστικό αποτέλεσμα (π.χ., μια εξειδικευμένη MAX συνάρτηση)



C) UDFs σε TSQL (Παράδειγμα Ι)

- **Παράδειγμα** Δημιουργίας **UDF (Scalar)** που μετατρέπει τα **Μέτρα** σε **Ίντσες**

```
CREATE FUNCTION dbo.MetersToInches (@Meters DECIMAL(10,3))
                                    -- Παράμετρος Εισόδου (δια τιμής)
RETURNS DECIMAL(10,3) -- Τιμή Επιστροφής (δεν μπορούμε να περάσουμε τιμές δια αναφοράς ☹)
AS
  BEGIN
    DECLARE @Inches DECIMAL(10,3)
    SET @Inches = (@Meters * 3.281 ) * 12
    RETURN @Inches -- Επιστροφή Αποτελέσματος
  END
```

Γενικά, ισχύουν οι γνωστοί κανόνες συναρτήσεων που υπάρχουν σε άλλες γλώσσες (π.χ., εμβέλεια μεταβλητών, κτλ)

C) UDFs σε TSQL (Παράδειγμα Ι)

- **Κλήση UDF (Scalar):**

  SELECT dbo.MetersToInches(123.45) AS 'Inches'

  Επιστρέφει:

  Inches

  4860.473

  (1 row(s) affected)

Άλλο Παράδειγμα:

SELECT Weight, **dbo.MetersToInches(Length)**, Cost, ...

FROM Products

WHERE ProductID = 199232

C) UDFs σε TSQL (Παράδειγμα II)

- **UDF χωρίς παράμετρο**

```
CREATE FUNCTION dbo.Two ()
RETURNS INT -- Τιμή Επιστροφής
AS
    BEGIN
        RETURN 2 -- Επιστροφή Αποτελέσματος
    END
```

Query

Κλήση UDF στο WHERE

```
SELECT *
FROM EMP1
WHERE ssn = dbo.Two()
```

Αποτέλεσμα Εκτέλεσης Query

ssn	Fname	Minit	Lname	Dno	salary
2	Franklin	T	Wong	5	10000

(1 row(s) affected)

C) UDFs σε TSQL (UDF Table-Valued Function)

```
CREATE FUNCTION dbo.GetEmployees()
RETURNS @records TABLE  -- Δήλωση ότι η Συνάρτηση Επιστρέφει Πίνακα
(    -- Πεδία Σχέσης Επιστροφής
     EmpID nchar(10) NOT NULL,
     FirstName nchar(10) NULL
)
AS
     BEGIN
      -- Εισαγωγή Όλων των αποτελεσμάτων της σχέσης Emp1 στη σχέση @records
      INSERT INTO @records
            SELECT ssn,fname FROM Emp1
      -- Τερματισμός της συνάρτησης (το records επιστρέφεται έτσι και αλλιώς)
      RETURN;
     END
```

Κλήση UDF (Table-Valued) στο FROM

```
Select *
FROM dbo.GetEmployees()
```

Σημείωση: Το αποτέλεσμα της συνάρτησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο FROM

C) UDFs σε TSQL (Διαφορές με Sprocs)

- Τα **UDFs** και στα **Sprocs** έχουν περισσότερες **ομοιότητες** παρά **διαφορές** στην TSQL.
- **Βασικές διαφορές:**
  - **Α) Στο πως γίνεται η κλήση:** Στα **UDFs** η κλήση συνήθως στο **SELECT** (και κάποτε στο **WHERE ή FROM**) ενώ στα **SPROC** η κλήση γίνεται μέσω **EXEC**.
  - **Β) Στο πως επιστρέφονται τα αποτελέσματα:** Στα **UDFs** τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα ενώ στα **SPROC** πρέπει να τοποθετηθούν σε **ενδιάμεσους πίνακες**

    Π.χ., Για χρήση αποτελεσμάτων της spEmployee σε ενα query τα εισάγω πρώτα σε ένα ενδιάμεσο πίνακα EmpBack

```
INSERT INTO EmpBack
    EXEC spEmployee
```

C) UDFs σε TSQL (Άλλες Διαφορές UDF vs. Sprocs)

- Το **UDF** είναι **υποπρόγραμμα** το οποίο γράφεται για να **εκτελεί** κάποιους **υπολογισμούς** και να επιστρέφει **μια μοναδική τιμή.**
- Το **Sproc** είναι **υποπρόγραμμα** το οποίο γράφεται για να εκτελεί μια **ακολουθία** από **εντολές** και να **επιστρέφει** 0 ή **περισσότερες τιμές**.
- Τα **UDFs** ΠΡΕΠΕΙ να επιστρέφουν τιμή με το **RETURN** ενώ τα **SPROCs** μπορούν να χρησιμοποιούν το **RETURN** αλλά **χωρίς να επιστρέφουν τιμή**.
- UDFs μπορεί να χρησιμοποιηθούν στο SELECT (δεδομένου του ότι δεν κάνουν επεξεργασία πινάκων)
- Τα UDFs έχουν μόνο IN παραμέτρους. Τα SPROCs μπορεί να έχουν **OUT** ή **IN/OUT** παραμέτρους.

[Ενδιάμεσοι Πίνακες σε TSQL] (Temporary Tables in TSQL

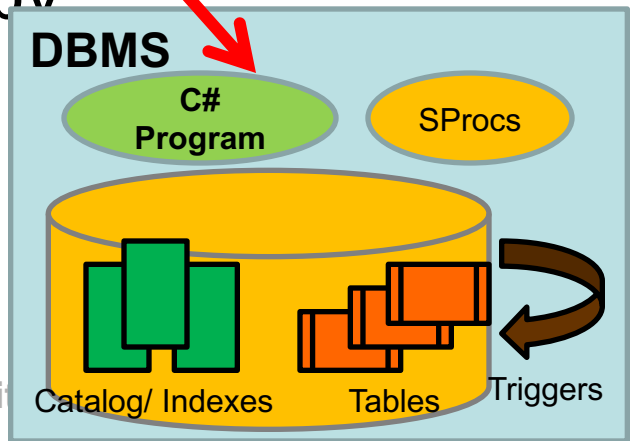
- Οι **Τοπικοί Ενδιάμεσοι Πίνακες** δημιουργούνται στα πλαίσια μιας σύνδεσης με την βάση (Session) και καταστρέφονται αμέσως μετά.
  - Είναι χρήσιμοι για προσωρινή αποθήκευση ενδιάμεσων αποτελεσμάτων από προγράμματα TSQL
  - **Δημιουργία:** CREATE TABLE **#**tablename (…)
    - Σημείωση: Ο πίνακας δημιουργείται στην tempdb, γίνεται μέρος του transaction log.
  - **Εισαγωγή Δεδ.:** INSERT INTO #TemporaryTable
    EXEC sp_SomeStoredProcedure
- **Καθολικοί Ενδιάμεσοι Πίνακες**:
  - Εχουν αντίστοιχη λειτουργία με τους Τοπικούς, με την διαφορά ότι σε αυτούς έχουν πρόσβαση όλες οι συνδέσεις με την βάση (sessions).
  - **Δημιουργία:** CREATE TABLE **##**tablename (…)

SQL/PSM - Persistent Stored Modules

- Στο πρότυπο ANSI, τα **Sprocs** και **UDFs** ορίζονται ως μέρος της ενότητας **SQL/PSM (SQL/Persistent Stored Modules)**
  - Το **Persistent** (δηλ., μόνιμα) υποδηλώνει ότι οι λειτουργίες αυτές **αποθηκεύονται** και **εκτελούνται** από τον διαθέτη της **βάσης** παρά τον **πελάτη**.
- **Βασικό Πρόβλημα** είναι το γεγονός ότι ο κάθε **κατασκευαστής** ακολουθεί δική του σύνταξη για υλοποίηση του **PSM**
  - Η **TSQL** είναι ένα παράδειγμα μη-συμβατής γλώσσας.
  - Το ίδιο ισχύει για την **PL/SQL** (Procedural Language/ SQL) της Oracle

Υλοποίηση Προγρ. Αντικειμένων Βάσης μέσω Γλωσσών Υψηλού Επίπεδου

- Τα **προγραμματιστικά αντικείμενα** μιας βάσης (UDFs, Sprocs, Triggers, User-Defined Types, κτλ) μπορούν σε πολλές βάσεις να γραφούν με **σύνταξη γλωσσών υψηλού επιπέδου** αντί με σύνταξη **SQL/PSM (TSQL, PL/SQL)** π.χ.,
  - **SQL Server:** Χρήση .NET και C# (δες SQLCLR: SQL Common Language Runtime). Ακολουθεί παράδειγμα στην επόμενη διαφάνεια.
  - **Oracle και DB2:** Υλοποίηση UDFs σε C ή JAVA
- **Λόγοι Χρήσης** αυτών των Τεχνικών:
  - Πιο πολλές **δυνατότητες** σε μια **γλώσσα υψηλού επιπέδου**
  - **Επίδοση**, **Ασφάλεια**, κτλ.

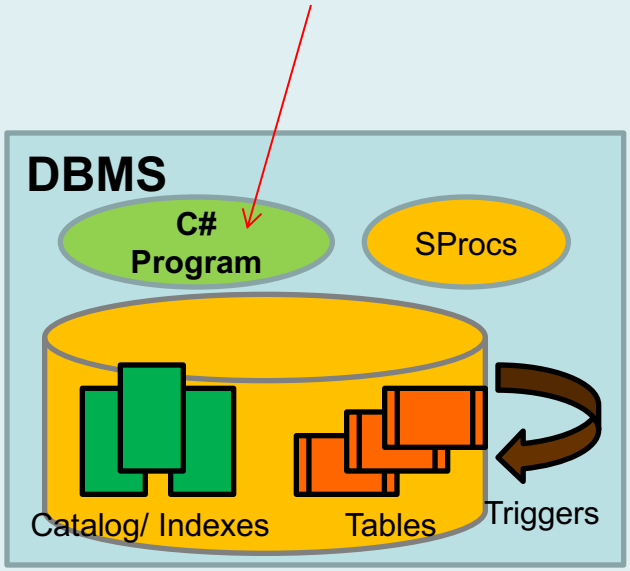


Υλοποίηση Προγρ. Αντικειμένων Βάσης μέσω C#

```
using System;
using System.Data;
using System.Data.Sql;
using System.Data.SqlTypes;
using Microsoft.SqlServer.Server;
public partial class UserDefinedFunctions
{
    [Microsoft.SqlServer.Server.SqlFunction]
    public static SqlString RiskProfile()
    {
        // Put your code here
        return new SqlString("Hello");
    }
};
```

Σημείωση: *Δεν χρειάζεται να καταλάβετε τι αναπαριστούν οι βιβλιοθήκες στο using*

Υλοποίηση ενός UDF σε C# το οποίο ενσωματώνεται στις λειτουργίες της βάσης



Υλοποίηση Προγραμματιστικών Αντικειμένων Βάσης μέσω JAVA

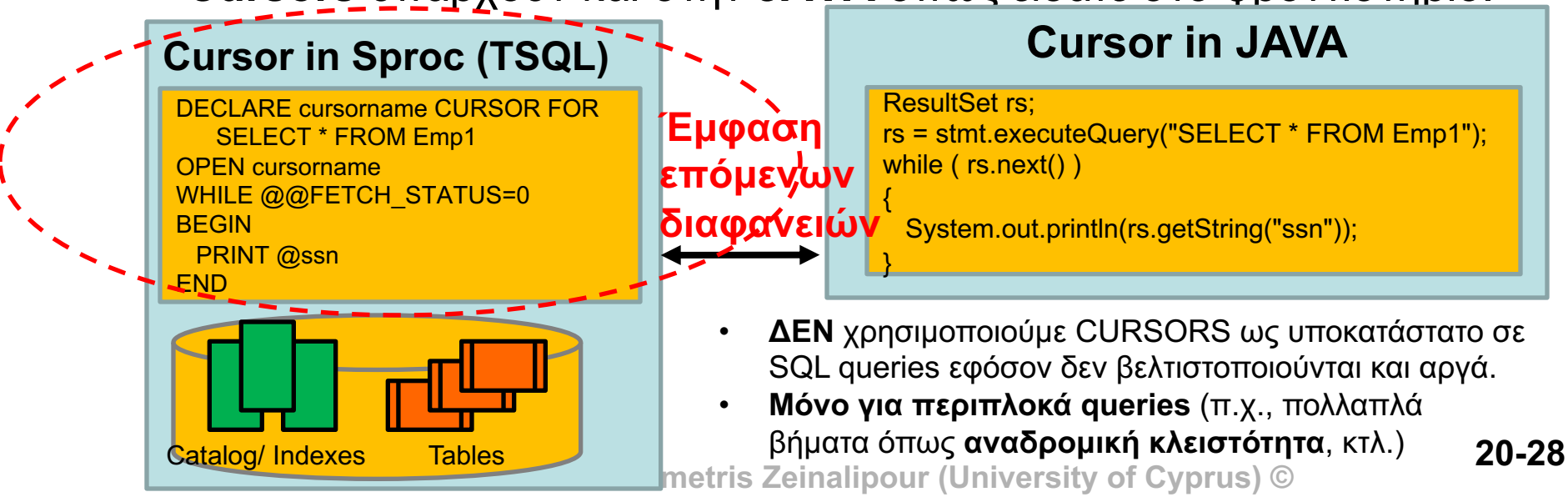
- Μπορούμε να εκτελέσουμε και κώδικα στον SQL Server ο οποίος έχει αναπτυχθεί σε **JAVA**
- Κάνουμε compile (**CLASS**) και package μια βιβλιοθήκη (JAR – "jar cf *jar-file input-file(s)*") την οποία στη συνέχεια μπορούμε να καλέσουμε σε διάφορα σημεία με **EXEC**.
- **Προϋπόθεση:** Συμπερίληψη του **JAR** στο **CLASSPATH**.

```
DECLARE @param1 int
SET @param1 = 3

EXEC sp_execute_external_script
@language = N'Java' ,
@script = N'<packageName>.<ClassName>' ,
@input_data_1 = N'<Input Query>' ,
@param1 = @param1
```

https://docs.microsoft.com/en-us/sql/language-extensions/how-to/call-java-from-sql?view=sql-server-ver15

D) Cursors (Δρομείς) σε TSQL

- Γνωρίζουμε ότι τα **αποτελέσματα** επερωτήσεων επιστρέφονται σε μια επερώτηση υπό **μορφή μιας σχέσης**
  - Π.χ., "**SELECT * FROM Emp1**" επιστρέφει ένα ολόκληρο πίνακα.
- Εάν θέλουμε να **επεξεργαστούμε** τα **αποτελέσματα** αυτά **γραμμή-γραμμή** (αντί να απλά να τυπωθούν), τότε χρησιμοποιούμε την έννοια του **Δρομέα (Cursor).**
  - **Cursors** υπάρχουν και στην **JAVA** όπως είδατε στο φροντιστήριο.



- **ΔΕΝ** χρησιμοποιούμε CURSORS ως υποκατάστατο σε SQL queries εφόσον δεν βελτιστοποιούνται και αργά.
- **Μόνο για περιπλοκά queries** (π.χ., πολλαπλά βήματα όπως **αναδρομική κλειστότητα**, κτλ.)

D) Cursors (Δρομείς) σε TSQL (Παράδειγμα Χρήσης)

```
USE epl342
DECLARE @ssn nchar(10), @fname nchar(10)
DECLARE employee_cursor CURSOR FOR -- Δήλωση μεταβλητής τύπου Cursor
    SELECT ssn,fname FROM Emp1 -- Επερώτηση που συνδέεται με τον Cursor

OPEN employee_cursor   -- Άνοιγμα Cursor (Εκτέλεση Επερώτησης)

-- Ανάγνωση πρώτης γραμμής στις μεταβλητές id, fname
FETCH NEXT FROM employee_cursor
INTO @ssn, @fname
```

0=OK, -1=ERROR,

```
WHILE @@FETCH_STATUS=0  -- όσο δεν άδειασαν τα αποτελέσματα
BEGIN
   PRINT RTRIM(@ssn) + ', ' + RTRIM(@fname) -- RTRIM: φεύγει right spaces
   FETCH NEXT FROM employee_cursor  -- Ανάγνωση επόμενης γραμμής
   INTO @ssn, @fname
END

CLOSE employee_cursor -- Κλείσιμο Cursor
DEALLOCATE employee_cursor  -- Αποδέσμευση Πίνακα Ενδιάμεσων
```

Αποτελεσμάτων που χρησιμοποιεί ο SqlServer για το Result του Cursor . Εναλλακτικά μένει στην μνήμη μέχρι το Κλείσιμο του Session.

Τυπώνει
1, 1
2, Franklin
3, Alicia
4, Jennifer
5, Ramesh
6, Joyce
7, Ahmad
8, James
1, 1

D) Cursors (Δρομείς) σε TSQL (Χαρακτηριστικά Cursor)

- **Κατεύθυνση Cursor:** Η default λειτουργία του cursor είναι να κινείται μπροστά **NEXT (default)**, εγγραφή-εγγραφή μέσα σε ένα αποτέλεσμα. Υπάρχουν ορίσματα (**SCROLL**) για να κινείται διαφορετικά **FIRST**, **LAST**, **PRIOR**, **RELATIVE, κτλ**.
- **Ενημέρωση Αποτελεσμάτων:** Είναι δυνατό να ενημερώνεται το αποτελέσματα (από άλλα transactions) που προσπελαύνεται από ένα CURSOR (**READ ONLY (default) | UPDATE**)
- **Εμβέλεια Cursor:** Η εμβέλεια ενός CURSOR μπορεί να περιοριστεί τοπικά μέσα στο ίδιο batch) (**LOCAL (default) | GLOBAL**)
  - local to the batch, stored procedure, or trigger in which the cursor was created.

D) Cursors (Δρομείς) σε TSQL (Παράδειγμα Χρήσης)

FIRST, LAST, PRIOR, RELATIVE

ISO Syntax
DECLARE cursor_name [INSENSITIVE] [SCROLL] **CURSOR**
FOR select_statement
[FOR { READ ONLY | UPDATE [OF column_name [,...n]] }]
[;]

Transact-SQL Extended Syntax
DECLARE cursor_name **CURSOR** [LOCAL | GLOBAL]
[FORWARD_ONLY | SCROLL]
[STATIC | KEYSET | DYNAMIC | FAST_FORWARD]
[READ_ONLY | SCROLL_LOCKS | OPTIMISTIC]
[TYPE_WARNING]
FOR select_statement
[FOR UPDATE [OF column_name [,...n]]]
[;]

perform cursor work on data without being affected by changes happening in the underlying table while the query is executing. Insensitive cursors can't make changes to underlying tables. They do create a **'snapshot' of the existing data in tempdb** when the cursor is declared.

ISO syntax

```
DECLARE MyCursor INSENSITIVE CURSOR
FOR SELECT TOP 1000 * FROM Sales
```

T-SQL extended syntax

```
DECLARE MyCursor CURSOR STATIC
FOR SELECT TOP 1000 * FROM Sales
```

http://examplesql.com/2019/09/17/insensitive-cursor-sql/

D) Cursors (Δρομείς) σε TSQL (Παράδειγμα Script για Backup Βάσεων)

```
DECLARE @name VARCHAR(50) -- database name
DECLARE @path VARCHAR(256) -- path for backup files
DECLARE @fileName VARCHAR(256) -- filename for backup
DECLARE @fileDate VARCHAR(20) -- used for file name

SET @path = 'C:\Backup\'   -- κατάλογος στον οποίο θα γίνει το backup

SELECT @fileDate = CONVERT(VARCHAR(20),GETDATE(),112)

DECLARE db_cursor CURSOR FOR
      SELECT name
      FROM master.dbo.sysdatabases
      WHERE name NOT IN ('master','model','msdb','tempdb')

-- Continued On Next Page
```

Μορφοποίηση Ημερ. με style 112, δηλ. σε: 20091119

Πίνακας του Καταλόγου που περιέχει τα ονόματα όλων των βάσεων

D) Cursors (Δρομείς) σε TSQL (Παράδειγμα Χρήσης)

```
-- Continued From Previous Page
OPEN db_cursor   -- άνοιγμα cursor

FETCH NEXT FROM db_cursor -- ανάκτηση επόμενης τιμής σε τοπική var
INTO @name

WHILE @@FETCH_STATUS = 0
BEGIN
      -- δημιουργία filename
      SET @fileName = @path + @name + '_' + @fileDate + '.BAK'
      -- εντολή για backup βάσης στο directory/name @fileName
      BACKUP DATABASE @name TO DISK = @fileName
      -- Το RESTORE DATABASE κάνει restore την βάση
      FETCH NEXT FROM db_cursor INTO @name
END

CLOSE db_cursor
DEALLOCATE db_cursor
```

π.χ., 'C:\Backup\epl342_20091119.BAK

D) Transactions in TSQL

Μια **δοσοληψία (transaction)** είναι μια συλλογή από SQL statements η οποία εκτελείται ως 1 μονάδας εργασίας διασφαλίζοντας έτσι μεταξύ άλλων την ατομικότητα (όλα ή τίποτα!)

```
USE tempdb;
GO
CREATE TABLE ValueTable ([value] int);
GO

DECLARE @TransactionName varchar(20) = 'Transaction1';

BEGIN TRAN @TransactionName
       INSERT INTO ValueTable VALUES(1), (2);
ROLLBACK TRAN @TransactionName;

INSERT INTO ValueTable VALUES(3),(4);

SELECT [value] FROM ValueTable;

DROP TABLE ValueTable;
```

Result

```
value
-----
3
4
```

SQL Transaction Control Language (SQL-TCL)

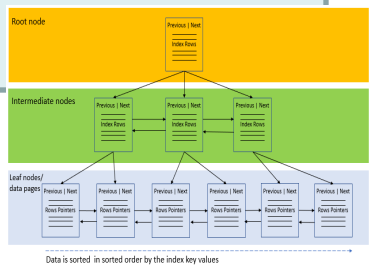
- Με τις προεκτάσεις TCL της T-SQL (και της SQL ευρύτερα) μπορούμε να βεβαιωθούμε ότι διασφαλίζεται η σημασιολογική ακεραιότητα των δεδομένων πέρα από τους μηχανισμούς που είδαμε ήδη.
- TCL commands are:
- **BEGIN TRAN -** begin of transaction
- **COMMIT TRAN -** commit for completed transaction
- **ROLLBACK -** go back to beginning if something was not right in transaction.

SQL-TCL

```
50  BEGIN TRANSACTION
51  UPDATE dbo.authors
52  SET au_fname = 'Almir'
53  WHERE au_id = '172-32-1176'
54
55  UPDATE authors
56  SET au_fname = 'Almir'
57  WHERE city = 'Mostar'
58
59  IF @@ROWCOUNT = 5
60      COMMIT TRANSACTION
61  ELSE
62      ROLLBACK TRANSACTION
63
```

E) Indexes in TSQL

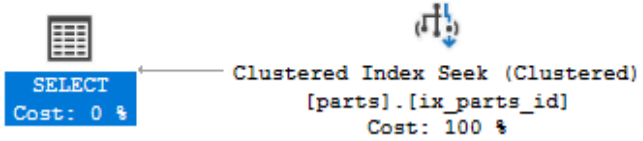
- Ένα **ευρετήριο (index)** είναι μια δομή δεδομένων (μαγνητικού-μέσου) η οποία βελτιώνει την επίδοση ανάκτησης δεδομένων από τους πίνακες.



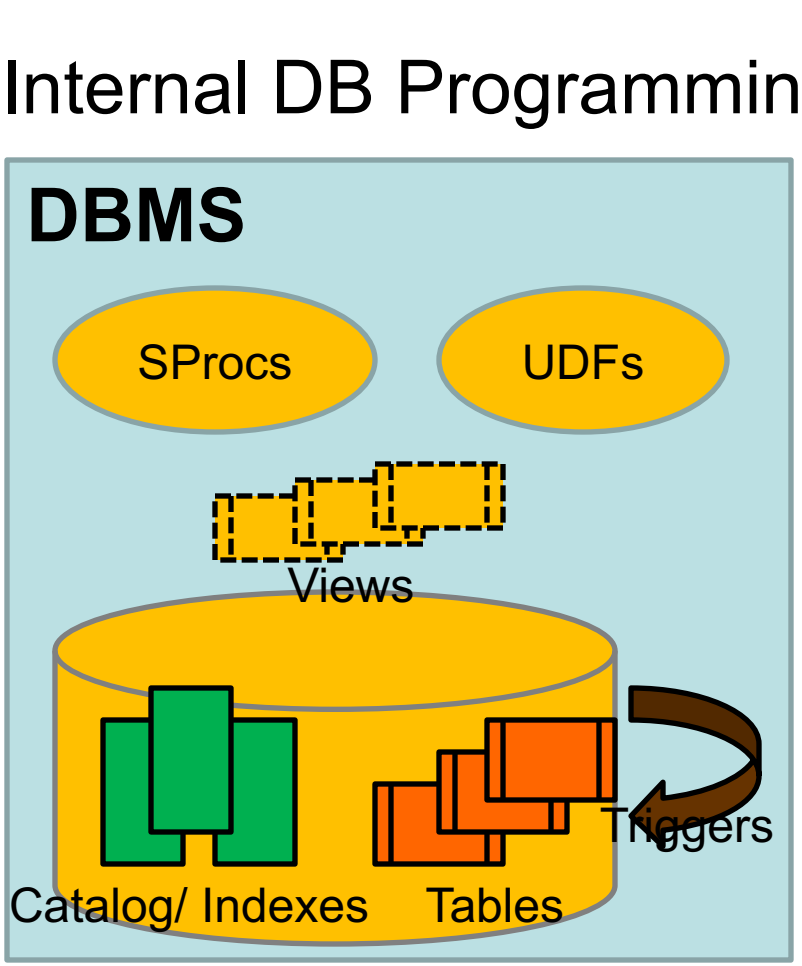
- **Παράδειγμα**
  - **CREATE INDEX** idx **ON** PER (LastName);
  - SELECT * from PER WHERE Lastname="X"; # now much faster!
  - **DROP INDEX idx**; # drops the index.
- **Clustered (Nonclustered)** index: η ταξινόμηση των δεδομένων του ευρετηρίου είναι η ίδια (όχι η ίδια) με αυτή των δεδομένων.
  - CREATE CLUSTERED INDEX ix_parts_id ON production.parts (part_id);

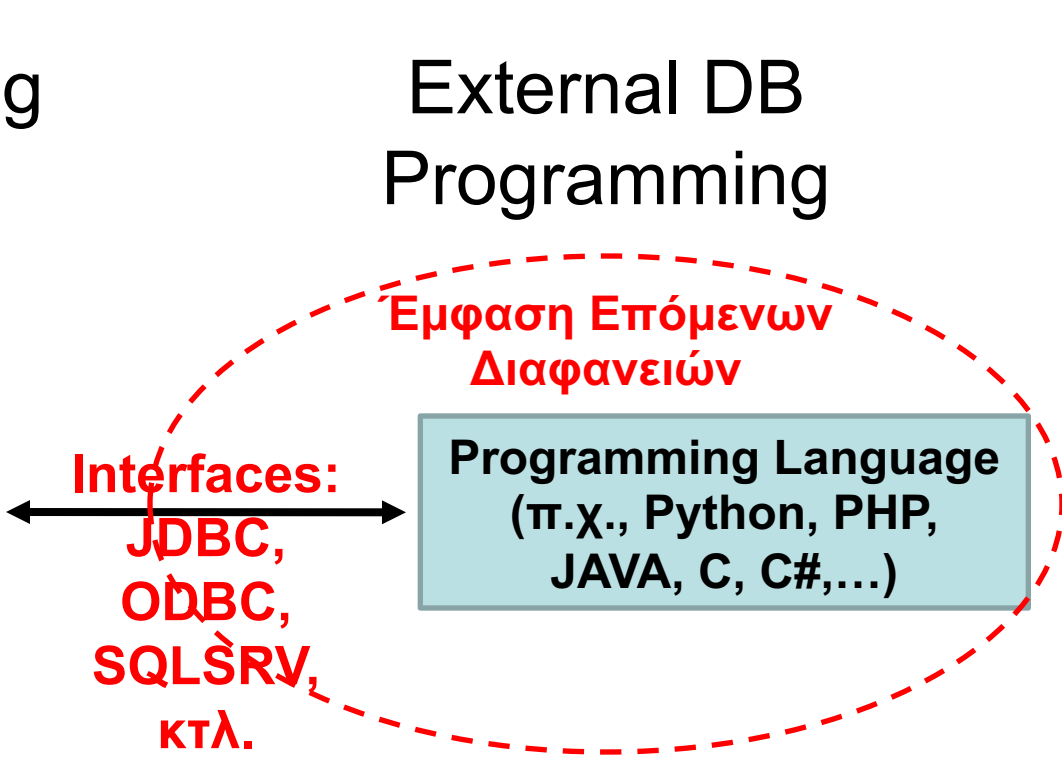
w/out index


```
Query 1: Query cost (relative to the batch): 100%
SELECT part_id, part_name FROM production.parts WHERE part_id = 5
```



Εξωτερικός Προγραμματισμός DB





Διαδικτυακός Προγραμματισμός Βάσεων Δεδομένων

- Στο εργαστήριο και την άσκηση είδατε ήδη ένα βασικό σκελετό σύνδεσης στην βάση δεδομένων
  - Περισσότερα στο κεφάλαιο 11 του βιβλίου και μεταγενέστερα μαθήματα (Τεχνολογία Λογισμικού & Προγρ. Συστημάτων)

(a)

```
    //Program Segment P1:
 0) <?php
 1) // Printing a welcome message if the user submitted
    // through the HTML form
 2) if ($_POST['user_name']) {
 3)   print("Welcome, ") ;
 4)   print($_POST['user_name']);
 5) }
 6) else {
 7)   // Printing the form to enter the user name since no name has
      // been entered yet
 8)   print <<<_HTML_
 9)   <FORM method="post" action="$_SERVER['PHP_SELF']">
10)   Enter your name: <input type="text" name="user_name">
11)   <BR/>
12)   <INPUT type="submit" value="SUBMIT NAME">
13)   </FORM>
14)   _HTML_;
15) }
16) ?>
```

(b)

Enter your name: [ ]
SUBMIT NAME

(c)

Enter your name: John Smith
SUBMIT NAME

(d)

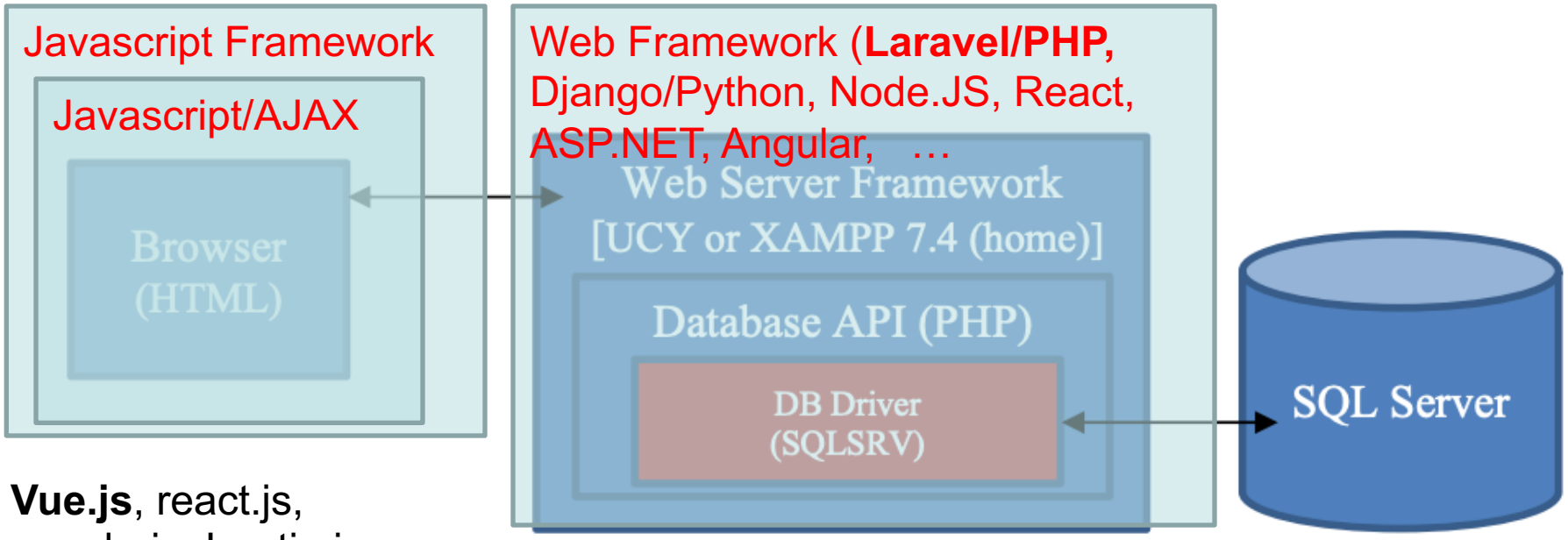
Welcome, John Smith

Stored Procedure in PHP

```
<?php
echo "Connecting to SQL server (" . $serverName . ")<br/>";
echo "Database: " . $connectionOptions[Database] . ", SQL User: "
$connectionOptions[Uid] . "<br/>";
//echo "Pass: " . $connectionOptions[PWD] . "<br/>";
$tsql = "{call EmployeesFromCity(?)}";
echo "Executing query: " . $tsql . ") with parameter " . $_GET["city"];

// Getting parameter from the http call and setting it for the SQL call
$params = array(
array($_GET["city"], SQLSRV_PARAM_IN)
);
$getResults= sqlsrv_query($conn, $tsql, $params);
echo ("Results:<br/>");
if ($getResults == FALSE) die(FormatErrors(sqlsrv_errors()));

PrintResultSet($getResults);
sqlsrv_free_stmt($getResults); /* Free query  resources. */

sqlsrv_close( $conn); /* Free connection resources. */
```

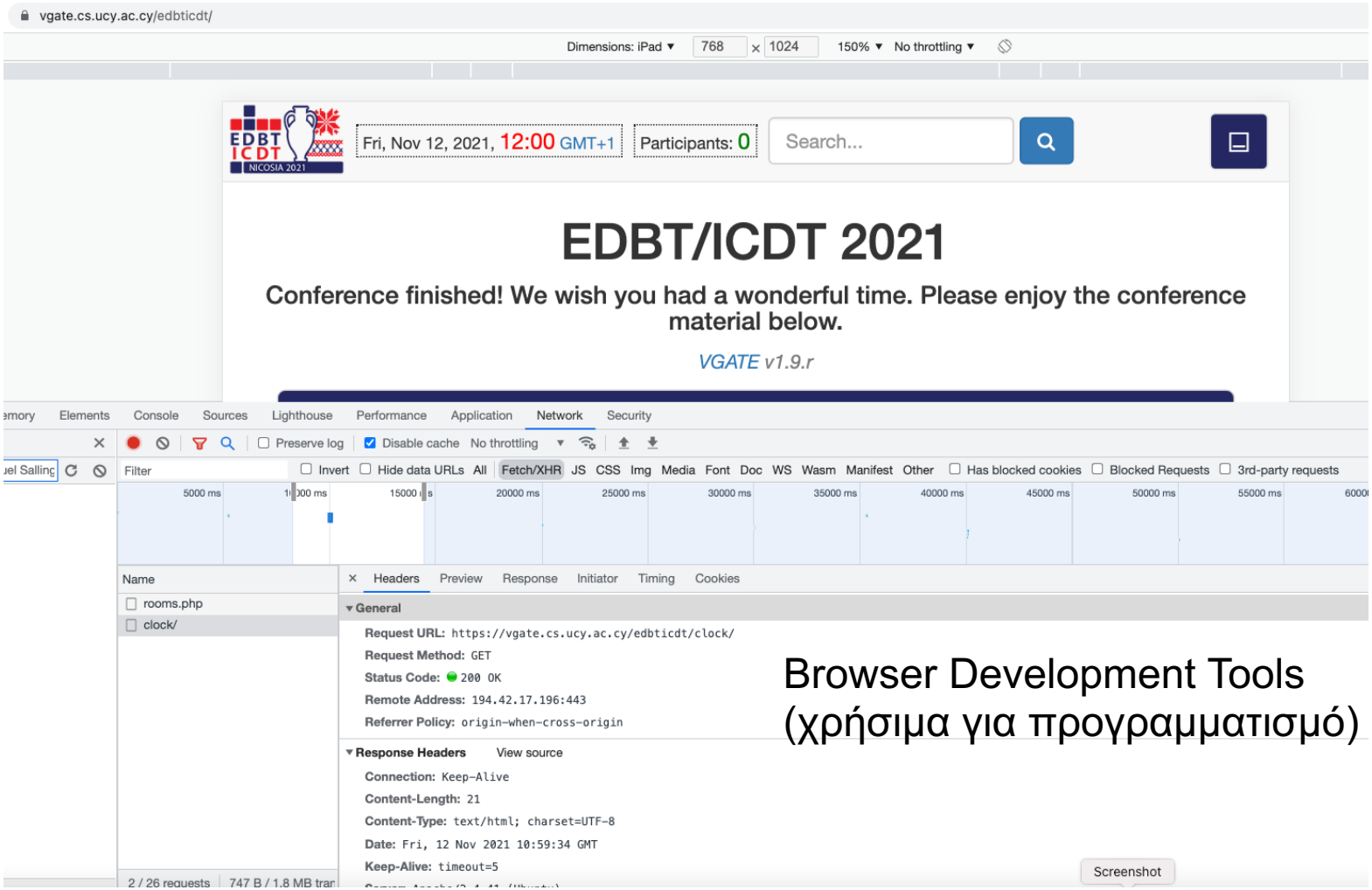
Διαδικτυακός Προγραμματισμός Βάσεων Δεδομένων

- Σήμερα γίνεται εκτεταμένη χρήση πλαισίων για να κλιμακωθεί η ανάπτυξη
- Σημαντικό να γνωρίζουμε διαχείριση δεδομένων στο επίπεδο της βάσης για παρεμβάσεις όπου χρειάζεται.



Vue.js, react.js, angularjs, Inertia.js, leaflet.js (maps), ionic (mobile)

Διαδικτυακός Προγραμματισμός Βάσεων Δεδομένων



Browser Development Tools (χρήσιμα για προγραμματισμό)

Εξωτερικός Προγραμματισμός DB

External DB Programming

- Ενσωματωμένη SQL (Embedded SQL)
  - SQLCA και SQLJ
- Ενσωματωμένη SQL με **Κλήσεις Συναρτήσεων (Embedded SQL with APIs and Functions Calls)**
  - JDBC και SQL/CLI (ex ODBC)

Εμπέδωση SQL σε **Γλώσσα C (SQLCA)** **Παράδειγμα**

```
include "sqlca.h"
// Σύνδεση με την βάση δεδομένων μέσω εξειδικευμένων εντολών

int loop; // μεταβλητή C
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    varchar dname[16], fname[16], …;
    char ssn[10], bdate[11], …;
    int dno, dnumber, SQLCODE, …;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
...
loop = 1;
while (loop) {
    prompt ("Enter SSN: ", ssn);
    EXEC SQL
        select FNAME, LNAME, ADDRESS, SALARY
        into :fname, :lname, :address, :salary
        from EMPLOYEE where SSN == :ssn;
        if (SQLCODE == 0) printf(fname, …);
        else printf("SSN does not exist: ", ssn);
        prompt("More SSN? (1=yes, 0=no): ", loop);
    END-EXEC
}
```

Δήλωση Μεταβλητών μεταφοράς δεδομένων από SQL σε C

Γνωρίσματα Σχέσης Βάσης

Αρχικοποίηση μεταβλητών μεταφοράς δεδομένων

Έλεγχος Λαθών

Εάν το αποτέλεσμα ήταν σύνολο πλειάδων τότε κάπου εδώ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ένας Cursor της SQLCA για εκτύπωση αποτελεσμάτων

Calling Stored Procedures from JAVA (with input)

```
getEmployeesByLastNameCS(String lastNameStartsWith) {
    CallableStatement cstmt = null;
    ResultSet rs = null;
    try {
cstmt = connection.getConnection().prepareCall(
"{call HumanResources.uspGetEmployeesByLastName(?)}",
ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE,
ResultSet.CONCUR_READ_ONLY);

        cstmt.setString("lastNameStartsWith", lastNameStartsWith);
        boolean results = cstmt.execute();
        int rowsAffected = 0;

        // Protects against lack of SET NOCOUNT in stored prodedure
        while (results || rowsAffected != -1) {
            if (results) { rs = cstmt.getResultSet(); break;}
            else { rowsAffected = cstmt.getUpdateCount();}
            results = cstmt.getMoreResults();
        }
        while (rs.next()) { System.out.println(rs.getString("LastName") + ", "
                    + rs.getString("FirstName") + " "+ rs.getString("MiddleName"));
        }
    } catch (Exception ex) { e.printStackTrace(); }
```

input

```
SQL Server Stored Procedure

CREATE PROCEDURE [HumanResources].[uspGetEmployeesByLastName]
    @lastNameStartsWith VARCHAR(20) = 'A'
AS
BEGIN
    SET NOCOUNT ON;

    SELECT Title, FirstName, MiddleName, LastName, Suffix
    FROM Person.Person
    WHERE (PersonType = 'EM') AND (LastName LIKE
@lastNameStartsWith + '%')
END
GO
```

SET NOCOUNT ON prevents the sending of DONE_IN_PROC messages to the client for each statement in a stored procedure. For stored procedures that contain several statements that do not return much actual data or for procedures that contain Transact-SQL loops, setting SET NOCOUNT to ON can provide a significant performance boost, because network traffic is greatly reduced.

Εμπέδωση SQL σε **JAVA (SQLJ)**

- Υπάρχει η δυνατότητα **εμπέδωσης** SQL εκφράσεων και σε **JAVA**, κατ' αντίστοιχο τρόπο με το **SQLCA** που είδαμε στην προηγούμενη διαφάνεια.
- Αυτή η προσπάθεια, που **ξεκίνησε** από την **Oracle** ονομάζεται **SQLJ** και έχει στόχο να κάνει τον προγραμματισμό JAVA+Oracle ευκολότερο.
  - Στο SQLJ, οι εμπεδωμένες SQL εκφράσεις μετατρέπονται από τον μεταφραστή **sqlj** σε **JDBC** κλήσεις, οπόταν αυτή η τεχνολογία είναι απλά ένα επίπεδο αφαιρετικότητας πάνω από το **JDBC**.

Εμπέδωση SQL σε **JAVA (SQLJ)** Παράδειγμα

```
ssn = readEntry("Enter a SSN: ");
try {
   #sql{select FNAME, LNAME, ADDRESS, SALARY
   into :fname, :lname, :address, :salary
   from EMPLOYEE where SSN = :ssn};
}
catch (SQLException se) {
   System.out.println("SSN does not exist:
   ",+ssn);
   return;
}
System.out.println(fname + " " + lname + … );
```

Δήλωση ότι ακολουθεί εμπεδωμένη SQL έκφραση

Διαχείριση Λαθών μέσα στο Περιβάλλον της JAVA

Ενσωματωμένη SQL μέσω Κλήσεων Συναρτήσεων

- Ο πιο **παραδοσιακός τρόπος** σύνδεσης μια εφαρμογής με μια DBMS είναι μέσω **κλήσεων συναρτήσεων.**
  - Εάν η **εφαρμογή** είναι **γραμμένη σε JAVA** τότε χρησιμοποιείται το **JDBC**, το οποίο είδατε στο φροντιστήριο.
- Εάν η **εφαρμογή** είναι γραμμένη σε άλλη γλώσσα τότε χρησιμοποιούνται άλλα API (Application Protocol Interfaces και βιβλιοθήκες.
  - **SQL/CLI** (ο διάδοχος του ODBC) ή **OLEDB** (σε Win)
  - Microsoft's ActiveX Data Objects **ADO** ('96), ADO.NET
    - Σύνοψη τεχνολογιών Πρόσβασης σε Δεδομένα από την Microsoft: http://support.microsoft.com/kb/190463

Ενσωματωμένη SQL μέσω Κλήσεων Συναρτήσεων

Για σύνδεση μέσω ODBC σε Windows απαιτείται η δήλωση μιας βάσης στον Data Source Administrator των Windows