CoreData | SwiftData | Data...

Programování zařízení Apple (IZA)

Martin Hrubý, FIT VUT, 2023/24

Motivační úvod

- Data a jejich správa je typicky cílem/smyslem aplikací.
- Nad daty konstruujeme algoritmy, tj funkcionalitu.
- Data uživatele musí být "v suchu a bezpečí" :)

V okamžiku formulování koncepce dat (model, backend) aplikace typicky rozhodujeme o jejím osudu :)

Zdravá míra konzervativizmu v backendech aplikací

Poznámka: pracujeme s objekty, tj zdůrazněme: ne se strukturami ;)

Problematika dat celkově

Data potřebujeme:

- vyjádřit (modelovat) - na to se snad nedá udělat teorie
- ukládat - technicky zajistit perzistenci
- synchronizovat - pro uživatele
    - případně sdílet - client-server, CloudKit (public)
    - Apple nikdy nevynikal ve službách (cloud), tj typicky se inspirujeme jinde (AWS, GCP, ...).

Ekosystém aplikací/zařízení

- Aplikace má typicky porty na iOS (iPhone/iPad), macOS.
- uživatel má typicky více zařízení.
  … a tak nějak očekává synchronizaci dat

Apple Continuity

- jako ukázka extrému ;)

Závěr: synchronizovatelnost dat je MUST.

- režim client-server se nedá vždy uplatnit
- lokální data (cache), serverová kopie, zrcadlení.

Relační DB versus Dokumenty

Dokument = datový soubor s životním cyklem

- otevřít, editovat/prohlížet, zavřít.
- vnímejme zatím jako abstraktní pojem (pak UIDocument)

Relační DB:

- soubor tabulek (relací) + relační kalkul
- problematické pro komplexní záznamy (přes více tabulek)

Svět IT uvízl v relačních databázích.

Kdy vlastně chci relační DB?

Case-study: iOS aplikace "Kuchařka"

Výchozí bod:

- recepty, ingredience, ...
- ER schéma: 6 tabulek, 1:N, M:N vazby
- ... teď to zkuste synchronizovat ;)

Revize:

- 1 recept = 1 dokument, JSON codable
- 1 tabulka: ID-receptu, titulek, verze dokumentu, JSON-body (dokument, obsah)
- triviální synchronizace - CloudKit, a další DB
- hybridní DB koncepce (tabulka dokumentů).

Uměřenost. Data aplikace jsou typicky malá ;)

Key-value DB (no-SQL)

DynamoDB (AWS).

- Primární klíč - hash. DB záznam obsahuje ano/ne.
- případný sekundární klíč (sort-key). 1:N.
- atributy.

Primární klíč je kompilát strukturované informace:

- např `CustomerID:ProductID:...`

REDIS. FireBase. MongoDB (BSON).

Objektová paměť (a kontejner)

- obecně graf objektů - kolekce objektů, vazby mezi objekty.
- perzistence - "nějak to zařiď"
- (dotazy) - fakticky `filter` nad `Array<Element>`.

Historický průkopník: Smalltalk Gemstone.

Objektový kontejner

- Třída (Entita). Instance -> objekt (DB záznam).
- Objekt je perzistentní:
  - má paměťovou podobu (cache), uložit
  - perzistentní podobu.

Při načtení objektu ho načteme celý (až na odložené načtení).

Důsledky:

- musíme implementovat specifický Fetch (select),
- objekt načteme celý, tj není `select sloupec from XY;`

CoreData a SwiftData

CoreData:

- OO kontejner s letitou tradicí,
- umožňuje široké výpočetní operace (fetch, vedlejší kontext),
- verzování DB schematu.

SwiftData:

- další abstrakce nad CoreData,
- silnější spojení na View,
- zřejmě redukované možnosti.

Širší souvislosti

Budeme mluvit o "managed (spravovaných) objektech", tj

- správě objektů (ManagedObjectContext),
- perzistenci (ovladač na primitivní uložiště),
- napojení na UI (FetchResultsController).

Tento princip je významný. Inspirace.
Vlastní implementace Managed objektů.

Co je CoreData (CD)

- Objektový kontejner.
- Rozhraní k uložišti persistentních objektů:
  - Vkládání a rušení objektů.
  - Správa vazeb mezi objekty.
  - Dotazy (fetch).

CD je z Foundation, tj. přenositelnost kódu na macOS (až na FRC). SwiftUI.

CD není relační DB

Připomenutí relačního kalkulu:

- projekce - select ... from XY, nelze.
- selekce - select * from XY where ..., LZE.
- join - select ... from XY, YZ where ..., nelze.

CD je pouze kolekce objektů (různých Entit/Tříd).

- výsledkem DB operace není relace, ale pole objektů.

Atributy Entity

Entity-Relation.

- Uložené atributy — název, datový typ.
- Relationships — název, typ (1:1, 1:N, M:N), cíl, inverzní vztah.
- Fetched Properties — ????.

Dědičnost ve schematu DB:

- Abstraktní entita — nemá uloženou podobu (tabulku), bude sloužit jako ”parent”.
- Parent entity (dědičnost entit).

RelationShips tam sice jsou, ale spíše obezřetně.

Relationships

Poznamenejme, že vztahy 1:1, 1:N a M:N jsou také ukládananou informací.

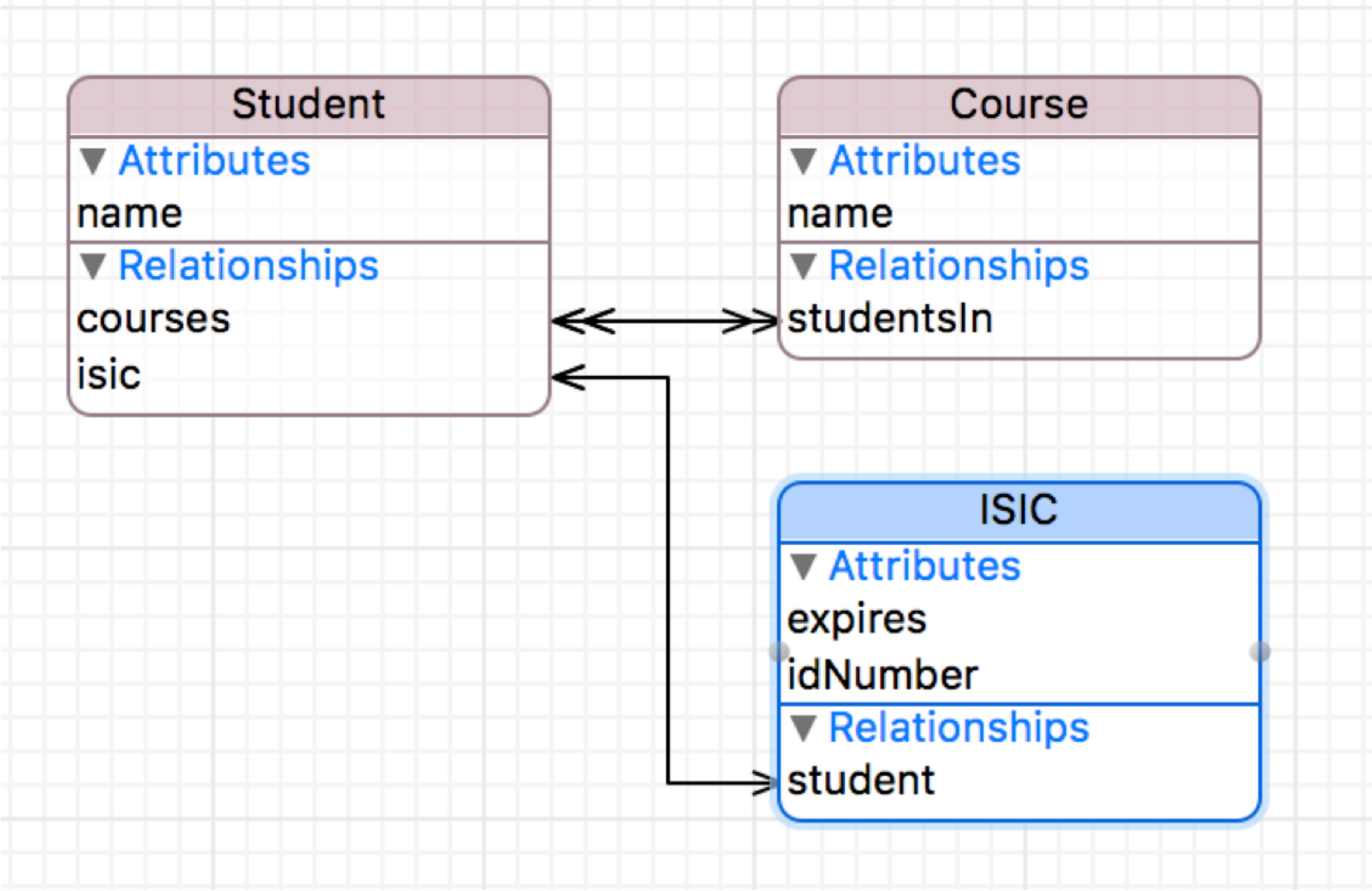
… a tedy i synchronizovanou.

Problematická implementace. Minimalizovat výskyt vazeb.

CoreData i SwifData umožňují 1:N

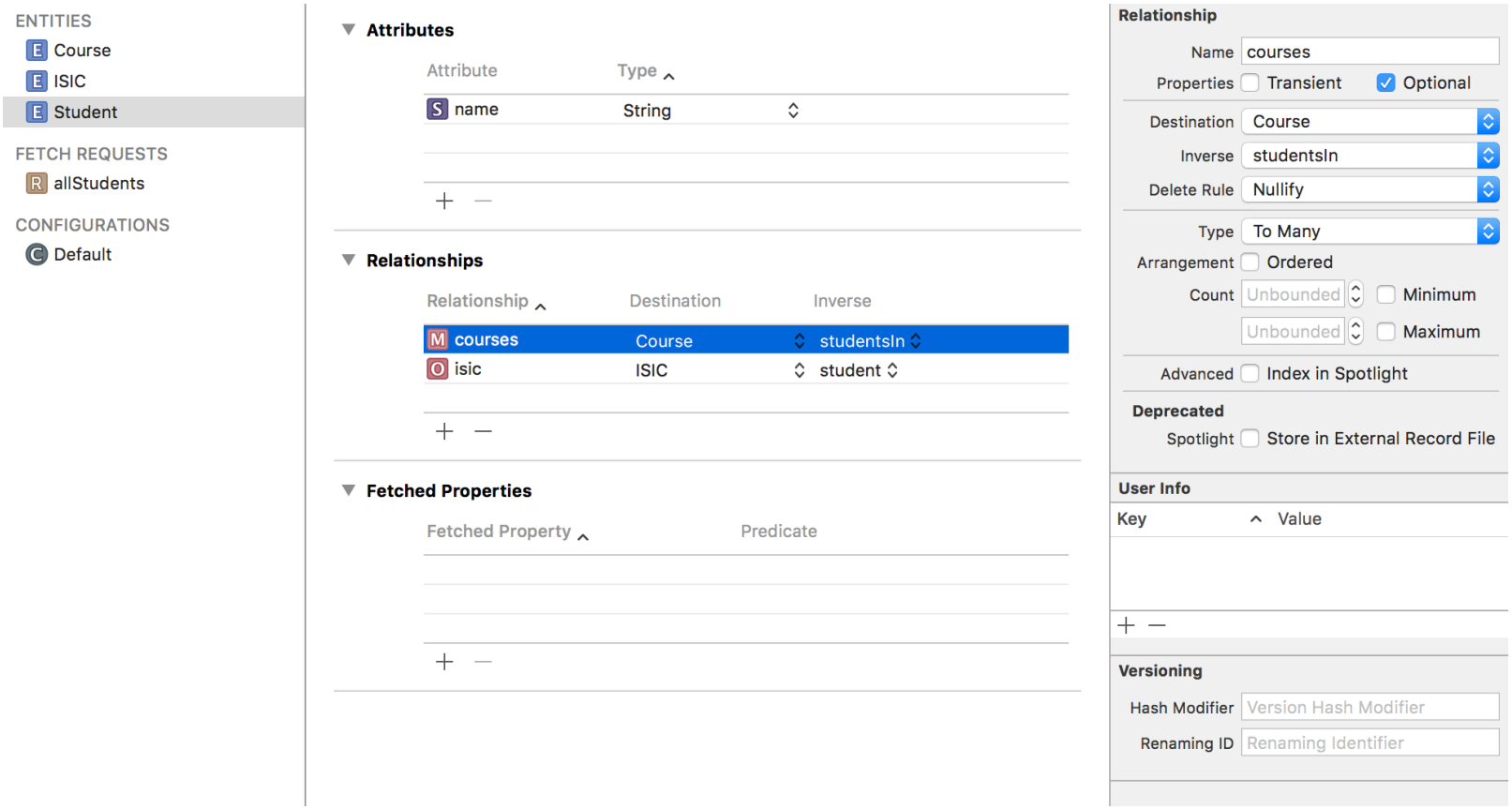
- uděláte lépe, když se na ně nespolehnete ;)

XCode DB Model Editor



XCode DB Model Editor

Pojem Entita se v kódu aplikace promítne do třídy (class).



Objektová DB

Význam referencí mezi objekty:

- Nejsou režijní atributy relačního modelu jako klíče pro spojování záznamů (objektově orientované DB — GemStone).
- 1:1 — Student "má" ISIC,
- 1:N — Student "má zapsáno" [Course].
- 1:N — Course "má" [Student]. V důsledků M:N.
- Ukládání referencí je ve správě/režii CD.
    - Obecně transformace DB-Modelu na DB-schema.

Synchronizace. Integrita DB.

Co nás bude zajímat

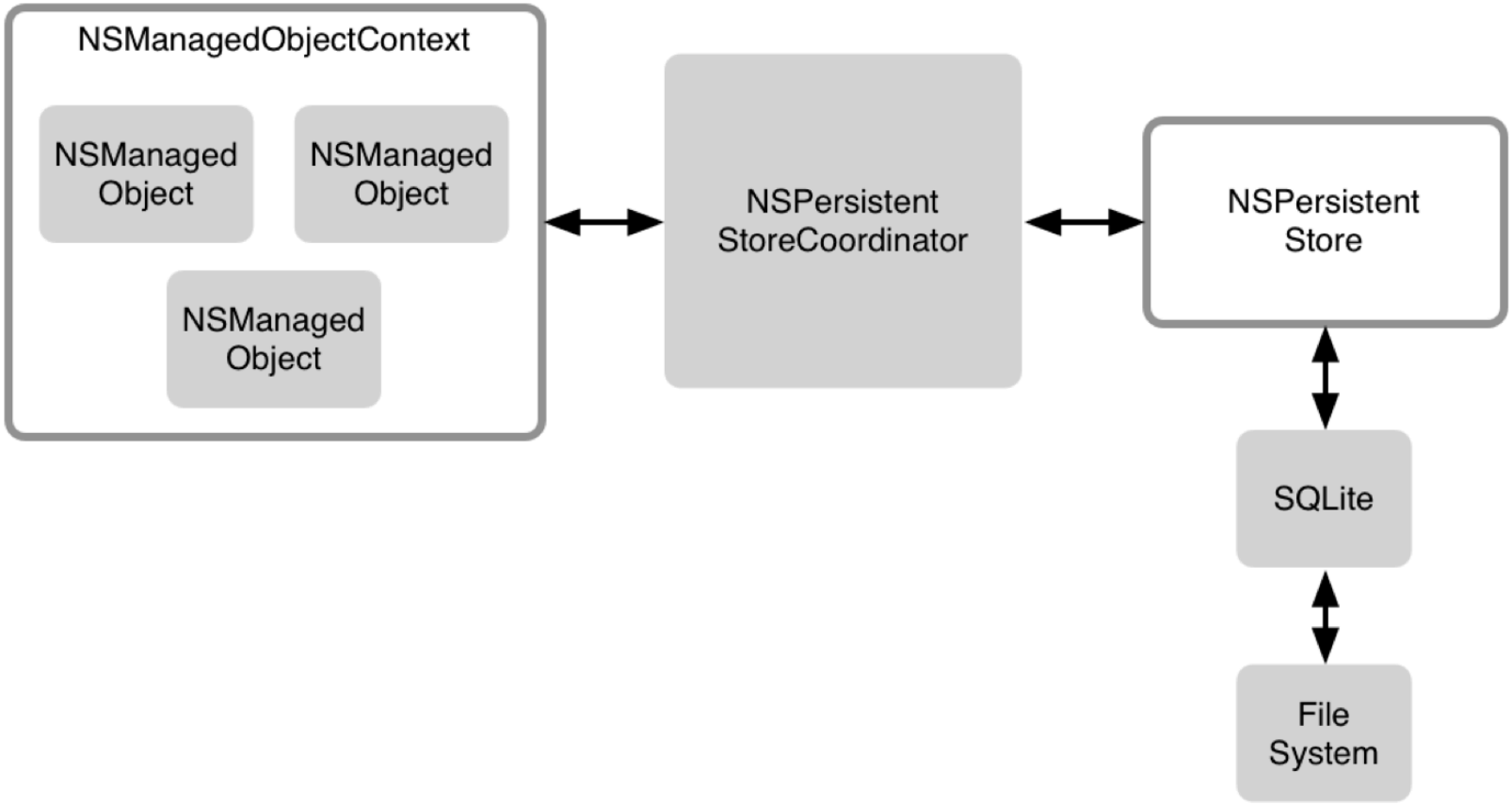
- Architektura CoreData knihovny.
- Formulace datového modelu aplikace.
- Způsob integrace CD do aplikace.
- Způsob fungování CD.
- Synchronizovaná CD (Cloud) — ve spojení s CloudKit.
- Návaznost na: UIDocument (kódování dat), CloudKit.

Architektura CD

CD je knihovna z Foundations, implementovaná v Objective-C.

- CD staví na principu *Key-Value Coding*, tj. pracujeme s NSObject (Foundation).
- NSManagedObject — nadtřída pro persistentní objekt.
- NSManagedObjectModel — datový popis DB Schematu.
- NSManagedObjectContext — OO paměť.
- NSPersistentStoreCoordinator — řadič na fyzická uložiště.
- NSPersistentContainer — svazek významých objektů (model, MOC, StoreCoordinator).

Typická infrastruktura CoreData



NSManagedObjectModel

- NSEntityDescription, NSPropertyDescription.
- Inicializuje se z URL v App-Bundle (spec formát).
- Verzování:
  - Automatické — "Add model version..." (XCode)
  - Manuální — stará/nová DB, transformace objektů.

V XCode editujeme specializovaný dokument typu CoreData:Data model. Ten se stává součástí app bundle.

Verzování DB modelu je samostatná kapitola.

NSPersistentStoreCoordinator

- Konstrukce: objekt s DB Modelem. Drží model.
  - Umožňuje transformace DB (verzování).
  - V podstatě řízená kopie dat z jedné DB/Modelu do druhé DB/ Modelu.
- Vykonává (serializuje) DB operace.
- NSPersistentStore — ovladač nad konkrétním uložištěm (SQLite3, XML, další).
- Vlastní uživatelské ovladače na další typy uložišť.

Sqlite3 = základní implementace .DB pro všechny potřeby SW Apple.

Architektura celkově

- Instancuje se CD-Model.
- Nad CD-Modelem se instancuje StoreCoordinator.
  - Přidají se PersistentStores.
- Nad StoreCoordinatorem se konstruuje ManagedObjectContext (MOC).
- MOC je zapouzdřen v *PersistentContainers* - **CoreData Stack**.

ManagedObjectContext (MOC):

- Obvykle singleton v aplikaci (main-thread MOC).
- (MOCů lze mít v aplikaci více...). Background tasks.

Uložené datové typy

- String
- Různé typy čísel (Int, Double). Bool.
- Date.
- Binary Data (BLOB). Příloha. Zakódovaný dokument.

CoreData v XCode

XCode nám do projektu vygeneruje kód pro zapojení CD.

```
import CoreData
///
struct PersistenceController {
    //
    static let shared = PersistenceController()
    //
    let container: NSPersistentContainer
    //
    init(inMemory: Bool = false) {
        container = NSPersistentContainer(name: "cd1")

        //
        if inMemory {
            container.persistentStoreDescriptions.first!.url = URL(fileURLWithPath: "/dev/null")
        }

        //
        container.viewContext.automaticallyMergesChangesFromParent = true
        container.loadPersistentStores(completionHandler: { (storeDescription, error) in
            if let error = error as NSError? {
                fatalError("Unresolved error \(error), \(error.userInfo)")
            }
        })
    }
}
```

... v XCode

```
@main
struct cd1App: App {
    //
    let persistenceController = PersistenceController.shared

    //
    var body: some Scene {
        WindowGroup {
            ContentView()
                // !!!
                .environment(\.managedObjectContext,
                 persistenceController.container.viewContext)
        }
    }
}
```

MOC dostupný v aplikaci:

```
PersistenceController.shared.container.viewContext
```

XCode

Case-study:

- Entity: Student (name), ISIC (idNumber), Course
- relationships

Entity v XCode

Automaticky generované během překladu. Skryté.

```
//
@objc(ISIC) public class ISIC: NSManagedObject {
}

//
extension ISIC {
    //
    @nonobjc public class func fetchRequest() -> NSFetchRequest<ISIC> {
        return NSFetchRequest<ISIC>(entityName: "ISIC")
    }

    // !!!! jsou optional
    @NSManaged public var idNumber: String?
    @NSManaged public var expires: Date?
    @NSManaged public var student: Student?
}

//
extension ISIC : Identifiable {
}
```

Entity v XCode

```
extension Course {
    @NSManaged public var name: String?
    @NSManaged public var studentsIn: NSSet?
}

// MARK: Generated accessors for studentsIn
extension Course {

    @objc(addStudentsInObject:)
    @NSManaged public func addToStudentsIn(_ value: Student)

    @objc(removeStudentsInObject:)
    @NSManaged public func removeFromStudentsIn(_ value: Student)

    @objc(addStudentsIn:)
    @NSManaged public func addToStudentsIn(_ values: NSSet)

    @objc(removeStudentsIn:)
    @NSManaged public func removeFromStudentsIn(_ values: NSSet)

}
```

Co dál?

- Jak se vytvoří objekt a provážou vazby.
- DB dotaz (fetch).
- Napojení výsledků dotazu na UI.
- Mini-aplikace demo/case-study.
- Rušení vazeb a mazání objektů.

Atomické operace nad daty (background task).

Vytvoření MANAGED objektu

```
// Managed Object Context
func MOC() -> NSManagedObjectContext {
    //
    PersistenceController.shared.container.viewContext
}
```

Všechny operace nad Managed Objects v MOC:

- vytvoření, smazání
- dotaz (fetch)

MOC generuje systémové události o změnách MO v rámci MOC.

Na ty budeme velmi brzy napojovat UI.

Vytvoření MANAGED objektu

Je to objekt, který je MANAGED.

```
struct ContentView: View {
    // ... beru si MOC referenci
    @Environment(\.managedObjectContext) private var viewContext

    //
    func newStudent() {
        // instanciace (generovaný init pro třídu)
        let ns = Student(context: viewContext)
        let nisic = ISIC(context: viewContext)
        // zápis do atributů
        ns.name = "Pepa Vonasek"
        // ...
        nisic.idNumber = "fjfjfjjfjfjf"
        // provázání vazeb 1:1
        ns.isic = nisic
        // Ekvivalent: nisic.student = ns
    }
    // ...
}
```

Extension: přidání funkcionality do MO

```
//
extension Student {
    //
    static func CREATE(inMOC: NSManagedObjectContext,
                       name: String,
                       andISIC: ISIC) -> Student
    {
        //
        let ns = Student(context: inMOC)

        //
        ns.name = name
        ns.isic = andISIC

        //
        return ns
    }
}
```

Extension: přidání funkcionality do MO

```
extension Student {
    //
    var displayName: String {
        name ?? ""
    }

    // uplne nelze...
    var loadMyCourses: [Course] {
        // ...
    }
}
```

Extension: přidání funkcionality do MO

```
extension Student {
    //
    var bindingDisplayName: Binding<String> {
        //
        Binding<String>(get: { self.name ?? "" },
                        set: { self.name = $0 })
    }
}
```

Zapsání vazeb 1:N

XCodem vygenerované metody add/remove pro vazby.

```
// ...
let ns = Student(context: viewContext)
let IZA = Course(context: viewContext)
let IMS = Course(context: viewContext)

// opět: jsou to ekvivalenty (provedeme jeden z nich)
IZA.addToStudentsIn(ns)
ns.addToCourses(IMS)
```

Inverzní vazby:

- Lze napojit/rozvázat z obou směrů.
- Kontrola integrity DB.

Atributy ManagedObject-u

Technická podstata db atributů managed objektů.

```
extension Course {
    // ...
    @NSManaged public var name: String?
}
```

- je to extension => `name` zcela jistě není uložená property
- není uložená property ani property wrapper
- `@NSManaged` zřejmě není konvenční property wrapper.
- (skoro) všechny atributy MO jsou **optional**. Znepokojivé.

Proč jsou ty atributy optional?

Atributy ManagedObject-u

Připomínka KVC z Objective-C:

- na properties lze přistupovat `value(forKey: String)` a `set(value: Any, forKey: String)`.
- v Objective-C se properties označily jako `@dynamic` (je stále ve Swiftu).

`NSManagedObject` přetíží metody value/setValue a vykonává DB operaci.

Jako u všeho, DB operace jsou "lazy-evaluated".

Odložený zápis: `try! MOC().saveContext()`.

- Kdy provádět "save" paměti (MOC) do DB souboru?

Atributy ManagedObject-u

```
func connect(student: Student, isic: ISIC) {
    // setter a getter
    student.isic = isic
}
```

Operace `student.name=...` a `... = student.name`

- setter a getter jsou funkce (je to kód) s netriviálním chováním
- životní cyklus MO (vytvoření, načtení, uložení)

Extrémně velký důraz na kontrolu, kterým vláknem operaci provádíme.

Důsledky: MOC **synchronně publikuje** událost o změně dat.

Dotazy (Fetch)

- FetchRequest<Value> - metadata, popis dotazu a typ výsledku.
- fetch - operace nad MOC, výsledek.
- je `throws`.

Fetch

```
//
extension Student {
    //
    static func LOADALL(inMOC: NSManagedObjectContext) -> [Student] {
        //
        let fr = NSFetchRequest<Student>(entityName: Student.entity().name!)

        //
        guard let _result = try? inMOC.fetch(fr) else {
            //
            return []
        }

        //
        return _result
    }
}
```

Fetch, odložené načtení

Fetch je dotaz do současně:

- Databázového uložiště (fyzická DB)
- MOC (hraje roli cache nad fyzickou DB)

Primátně Fetch zajistí vytvoření MO v MOC.

- Obsah (atributy) se do-načtou až při prvním getteru.

```
// Sqlite3: SELECT id from Student;
let _objs = Student.LOADALL(...)
// iteruju pres prázdné schránky MO
for i in _obj {
    // getter, další Sqlite3: SELECT
    print(i.name)
}
```

NSFetchRequest

Další atributy:

- `predicate` - `NSPredicate`. (where ...)
- `sortDescriptors` - `[NSSortDescriptor]` (order by ...)
- `fetchLimit` - (limit ...)

```
NSPredicate("name=%@", someName)
```

```
NSSortDescriptor(key: "name", ascending: true)
```

Napojení na UI

MO jsou objekty. Mají (vypočtené) properties.

- ve SwiftUI řešíme způsob implementace Model/ViewModel.
- `List(seznam) { i in ... }`

Pole MO vzniká jako výsledek dotazu, případně vytvořením objektů.

Není úplně 100% přirozené budovat kolekce managed objektů.

- když je objekt "smazán", on stále tak trochu žije.
- kritická chyba v programu.

Napojení na UI #1

```
struct StudView1: View {
    //
    @State var students: [Student] = []
    @Environment(\.managedObjectContext) private var viewContext

    //
    var body: some View {
        //
        List(students) { i in
            //
            Text(i.name ?? "no-name")
        }.onAppear {
            //
            students = Student.LOADALL(inMOC: viewContext)
        }
    }
}
```

Tabulka je zcela mimo události nad MO.

View by mělo být **observerem Modelu**.

Napojení na UI #2

```
//
class StudModel: ObservableObject {
    //
    @Published var students: [Student] = []
    //
    init(inMOC: NSManagedObjectContext) {
        //
        students = Student.LOADALL(inMOC: inMOC)
    }
}
//
struct StudView2: View {
    //
    @ObservedObject var model: StudModel

    //
    var body: some View {
        //
        List(model.students) { i in
            //
            Text(i.name ?? "no-name")
        }
    }
}
```

Napojení na UI #3

Klíčový prvek CD: `NSFetchedResultsController`

```
//
struct StudView3: View {
    //
    @Environment(\.managedObjectContext) private var viewContext
    //
    @FetchRequest(
        sortDescriptors: [NSSortDescriptor(keyPath: \Student.name,
        ascending: true)])
    var students: FetchedResults<Student>
    //
    var body: some View {
        //
        List(students) { i in
            //
            Text(i.name ?? "no-name")
        }
    }
}
```

(NS)FetchedResultsController (FRC)

Datový (model) řídicí objekt instanciovaný s:

- MOC - ve kterém MOC pracuje
- fetch - popis dotazu a jeho výstup (Entity)
    - musí mít !!! `sortDescriptor`, jinak exception
- `delegate: NSFetchedResultsControllerDelegate`

Pak se provede dotaz:

```
try! xy.performFetch()
```

Výsledek: `xy.fetchedObjects` - je pole MO.

Funkcionality FRC abstraktně

`FRC<Entity>` je abstrakcí nad `NSFetchRequest<Entity>`.

- Zapouzdřuje výsledek dotazu. `fetchedObjects: [Entity]`
- díky povinnému `sortDescriptor` v dotazu je `fetchedObjects` uspořádáno.

Dynamika:

- FRC se nějak dozví o změně objektů v MOC.
- znovu vyhodnotí svůj dotaz -> `fetchedObjects2`
- porovná `fetchedObjects` a `fetchedObjects2`
- delegátovi reportuje změny (add,del,update).

Dynamika MOC & FRC

MOC je objektovou pamětí aplikace. Managed Objekty.

(M)Objekty se do MOC dostávají (MO je prvek MOC):

- dotazem fetch
- vytvořením (v MOC)

(M)Objekty se v rámci MOC aktualizují (setter na atribut).

- MO hlásí události změn do MOC,
- MOC hlásí události do okolního světa (notif. centrum).

Vše synchronně. Setter `st.name="Pepa"` může rozjet kaskádu sync operací.

Dynamika MOC & FRC

Volání setteru `st.name="Pepa"` může způsobit synchronně:

- `st` hlásí svému MOC změnu,
- MOC generuje zprávu o provedených změnách,
- zprávu sync posílá přes Notifikační centrum do aplikace
- odběratelé NOTIFC se dozvídají o změně obsahu MOC
- ...jsou to typicky FRC
- ...pokud se jich změna týka (např dotaz nad `Student`), pak sync volají svého `delegate`
- delegate zahájí nějaký svůj proces...

NSFetchedResultsControllerDelegate

Původně určen pro aktualizaci UITableView.

- `controllerWillChangeContent` - otevři tabulku ke změnám.
- `controller:didChangeObject:...` - prováděj jednotlivé aktualizace (insert row, delete row, update row).
- `controllerDidChangeContent` - zavři aktualizační režim.

Dynamika MOC & FRC

- Drobné změny do dat lze dělat "přímo".
- Větší změny (import, přepočtení dat, ...) ve vedlejším MOC.
- Hlavní a vedlejší MOC.
- !!! Vstupy ze synchronizačního vnějšího rozhraní (cloud).

Princip:

- uložení kontextu/změn Main-MOC.
- fork => vedlejší kontext (global thread).
  - fetch dat, provedení výpočtu
  - aktualizace z vedlejšího MOC do hlavního MOC
- uložení kontextu/změn Main-MOC.

Simulovaný MOC & FRC

V aplikacích s objekty (namísto struktur) lze úspěšně simulovat princip FRC.

```
//
class Record: Identifiable {
    //
    let id = UUID()
    //
    var name: String = "" {
        //
        didSet {
            NotificationCenter.default.post(name: Notification.recCall,
                                            object: self)
        }
    }
    //
    init(name: String) { self.name = name }
}
```

...

```
class Model: ObservableObject {
    //
    @Published var listof: [Record] = []
    var any: AnyCancellable?
    //
    init() {
        // Knihovna COMBINE
        any = NotificationCenter
            .default
            .publisher(for: Notification.recCall, object: nil)
            .sink { n in
                //
                guard let _n = n.object as? Record else { return }

                //
                if let _i = self.listof.firstIndex(where: { $0 === _n}) {
                    //
                    self.listof[_i] = _n
                }
            }
    }
}
```

NSPredicate

Klasika z Foundation. Třída starší než my… :)

```
NSPredicate(format: String, ...)
```

- %@ — symbol pro vložení hodnoty objektu z argumentů. * * %K — key-path.
- ==, =, <, >, AND, OR, …
- BEGINSWITH — format: "%@ BEGINSWITH ‘Hell’", "Hello"
- CONTAINS[cd] — (c)ase insensitivity, (d)iacritic insensitivity.
- LIKE — *, ?

NSPredicate

NSPredicate, keypaths:

- Uložené atributy.
- Relationships (keyPaths):
  - ″isic.idNumber == ‘123’″
  - ″studentsIn.@count > 0″ - @count
- Pozn.: compound predicate

Pozn.: transformace predikátu na SQL select where.

- tj nelze zcela obecně.

```
#Predicate<Record> { record in ... }
```

NSSortDescriptor

- Jméno klíče
- ascending: Bool.

```
let sd1 = NSSortDescriptor(name: "name", ascending: true)

// ...
fetch.sortDescriptors = [sd1, sd2, ...]
```

Rušení vazeb, mazání objektů

Nulování vazby (inverse se provede automaticky).

```
var s: Student = ...
// nuluju vazbu
s.isic = nil
```

Problém: cílový objekt může zůstat nereferencován (memory leak).

```
let isic = s.isic
// 1:1 vazba s inverzni podobou
s.isic = nil // isic.student = nil
// mazani
MOC().deleteObject(isic)
```

Mazání objektu, Delete rule

A -> B. Chceme smazat objekt A, který se váže na B prostřednictvím relation R (delete rule).

- No Action — referencovaný objekt B nedostává žádnou zprávu. Smysl???
- Nullify (impl.) — provede se nulování inverzní vazby a B zůstává.
- Cascade — maže navázaný objekt B. Dále kaskádově.
- Deny — odmítne akci, tj. A lze smazat pouze pokud nemá vazbu na B. Vazba R zamítne smazání A.

Fetch přes 1:N vazbu

Seznam `Student` => detail `Courses` zapsané.

```
//
@FetchRequest(
    sortDescriptors: [NSSortDescriptor(keyPath: \Student.name,
    ascending: true)])
var students: FetchedResults<Student>
//
var body: some View {
    //
    NavigationView {
        List(students) { i in
            //
            NavigationLink(destination: StudentDetail(student: i)) {
                Text(i.name ?? "no-name")
            }
        }
    }
}
```

detail...

```
struct StudentDetail: View {
    // prázdný fetch nad Course
    @FetchRequest var coursesIn: FetchedResults<Course>

    // ... vstup
    let student: Student

    // ...
    init(student: Student) {
        // ...
        self.student = student
        // specifikace where ...
        let _pred = NSPredicate(format: "studentsIn contains %@", student)
        //
        let _st = [NSSortDescriptor(keyPath: \Course.name, ascending: true)]
        // zápis do property wrapperu
        _coursesIn = FetchRequest<Course>(entity: Course.entity(),
                                          sortDescriptors: _sd,
                                          predicate:  _pred)
    }

    // body...
}
```

Operace na pozadí

- Komplikovanější DB operace **je vhodné** provádět v odděleném MOC a pak je atomicky překlopit do hlavního MOC.
- … jinak MOC bude propagovat každou jednotlivou změnu dál do aplikace
- atomičnost je z pohledu generování události o změně MOC

Operace na pozadí

Z pohledu hlavního `MOC` se toto **odehraje atomicky**.

```
func zrusJimISICy() {
    // main-MOC nejprve ulozit na disk
    try? MOC().save()
    // persistentContainer.new...
    let _backMOC = CD().newBackgroundContext()
    // v kontextu _backMOC !!!
    let _st = Student.LOADALL(inMOC: _backMOC)
    //
    for i in _st {
        //
        if let _isic = i.isic {
            // !!! Odehrává se zatím virtuálně
            i.isic = nil;
            _backMOC.delete(_isic)
        }
    }
    // až tady se to projektuje do MAIN-MOC
    try? _backMOC.save()
}
```

CoreData v XCode

XCode nám do projektu vygeneruje kód pro zapojení CD.

```
import CoreData
///
struct PersistenceController {
    //
    static let shared = PersistenceController()
    //
    let container: NSPersistentContainer
    //
    init(inMemory: Bool = false) {
        container = NSPersistentContainer(name: "cd1")

        //
        if inMemory {
            container.persistentStoreDescriptions.first!.url = URL(fileURLWithPath: "/dev/null")
        }

        //
        container.viewContext.automaticallyMergesChangesFromParent = true
        container.loadPersistentStores(completionHandler: { (storeDescription, error) in
            if let error = error as NSError? {
                fatalError("Unresolved error \(error), \(error.userInfo)")
            }
        })
    }
}
```

Operace na pozadí

Z pohledu hlavního `MOC` se toto **odehraje atomicky**.

```
func import(from: [EncodedSomething]) {
    // main-MOC nejprve ulozit na disk
    try? MOC().save()

    // toto se spusti ve vedlejsim vlakne
    CD().performBackgroundTask { _backMOC in
        //
        for i in from {
            // instancuj Student
            // inicializuj
        }
        // až tady se to projektuje do MAIN-MOC
        try? _backMOC.save()
    }
}
```

SwiftData

- Modernizace CoreData.
- Napojení na CloudKit (spolehlivé?)
- Objekty DB jsou automaticky `@Observable`
    - velmi hladké napojení atributů na View

Model entity

```
@Model final class Record {
    //
    var name: String
    var cislo: Int
    // je to class, tudiz musi mit init(...)
    init(name: String, cislo: Int) {
        self.name = name
        self.cislo = cislo
    }
}
```

Je `@Observable` (ve smyslu SwiftData).

Stack

```
@main
struct sdApp: App {
    var sharedModelContainer: ModelContainer = {
        let schema = Schema([
            Record.self,
        ])
        let modelConfiguration = ModelConfiguration(schema: schema, isStoredInMemoryOnly: false)

        do {
            return try ModelContainer(for: schema, configurations: [modelConfiguration])
        } catch {
            fatalError("Could not create ModelContainer: \(error)")
        }
    }()

    var body: some Scene {
        WindowGroup {
            ContentView()
        }
        .modelContainer(sharedModelContainer)
    }
}
```

Napojení do View

```
struct ContentView: View {
    // stack
    @Environment(\.modelContext) private var modelContext

    // dotaz (FRC)
    @Query private var items: [Record]

    //
    func addItem() {
        //
        let newItem = Record(...)

        // provede saveContext()
        modelContext.insert(newItem)
    }

    //....
}
```

Podoby `@Query`

```
@Query var items: [Record]
```

```
@Query(filter: #Predicate<Record> { i in i.cislo > 0 })
var items: [Record]
```

```
@Query(sort: \Record.cislo, order: .forward)
var sortedItems: [Record]
```

Nefunkční. Podobně v CD: predicate se překládá do SQL where.

```
@Query(filter: #Predicate<Record> { $0.name.count == 1 })
var onStartup: [Record]
```

-> PredicateExpression.

Podoby `@Query`

Nelze: FetchedResultsController

- sledovat změny nad kontextem
- vytvářet vlastní managed kolekce
    - specifičtější "živé" predikáty

Podoby `@Query` v CoreData (schematicky)

```
class MujObserver: ObservableObject, FetchedResultsControllerDelegate {
    @Published var content: [Record] = []
    private var FRC: FetchedResultsController

    //
    func selfUpdate() {
        content = FRC.fetchedObjects.filter { ... }
    }

    // delegate z FRC
    func contentDidChange(..) { selfUpdate() }

    //
    init() {
        // inicializuj FRC
        FRC.delegate = self
        // proved FRC.performFetch
        selfUpdate()
    }
}
```

Použitelnost SwiftData (aktuálně)

- triviálně formulované entity
- objekty jsou `@Observable`
- triviálně formulované Query
- automatický saveContext
- zřejmě funkční zrcadlení na CloudKit

Pokud rozhodně nepotřebujete víc, pak SwiftData plní funkci.

Závěr & Příště

- CoreData - základní prostředek pro lokální DB
- SwiftData - doufejme se rozšíří API.
  - ... zatím nemůžu spolehlivě doporučit ...
- synchronizace...problém

Příště (hardcore backend...):

- Multi-vláknovost, paralelismus
- async/await volání
- výjimky