

Swift II.: OOP, Enum, Closures, Protokoly, Extensions

Programování zařízení Apple (IZA)

Martin Hrubý, FIT VUT, 2021/22

Úvod

Koncepty programování ve Swiftu:

- Objektově orientované programování (OOP)
- Protokolově orientované programování (POP)
- Closures - dynamika v programu
- Extensions & Protokoly - abstrakce v programu

Na Swift můžeme nahlížet jako na:

- nástroj programování iOS aplikací
- vysoce abstraktní způsob formulace algoritmů (např POP)

Obecná koncepce programování v iOS

UIKit/MVC:

- Třídy (Model, ViewController, View).
- (neřízená) Komunikace mezi objekty

SwiftUI/MVVM

- Data = struktury
- Chování = protokoly
- objekty & closures - referencovatelné hodnoty = druh "pojiva/lepidla" v koncepci programu

Začátečnický kurz. **Příliš to nepřehánět s abstrakcemi.**

Referencovatelná hodnota = pojivo

- UI programu je implementováno *struct*.
- Dvě *struct* si spolu "nemůžou povídat", protože se navzájem nemohou oslovit/referencovat.
- Používají tedy "prostředníka" - referencovatelnou hodnotu, kterou mohou sdílet.

Budeme tedy nacházet prostředníky komunikace:

- objekty, closures
- property wrappers
- `Binding<Typ>(get: set:)`

Demo "pojiva"

```
struct Obrazovka: View {  
    //  
    @State var obsah = "nejaky string"  
  
    //  
    func akce() {  
        //  
        volamNekoho(data: Binding(get: { self.obsah },  
                                   set: { self.obsah=$0 })))  
    }  
}
```

- @State v sobě ukrývá referenci na string.
- closures get/set jsou referencovatelné hodnoty
- !!! self struktury není referencovatelné, ale odkazuje na *obsah*

Pokud berete SwiftUI jako dogma, nepátráte po smyslu...

Úvod do tříd (classes)

U třídy nás zajímají dva fenomény:

- OOP - dědičnost, polymorfizmus, zapouzdření (abstrakce, rozhraní)
- referencovatelnost objektů = pojivo

V moderním Swiftu však můžeme chování specifikovat protokoly

- Protocol oriented programming.
- Třídy/struktury/enum nechť ho implementují.
- Abstraktní sdílená funkcionality v protokolu.

Syntaxe tříd

```
class TRIDA [:Nadtřída] [:protokoly,...] {  
    // properties – uložené, vypočtené, lazyvar  
    // metody  
    // init metody  
    // deinit  
}
```

- třída zavádí dědičnost
- referencovatelný mutable self (na rozdíl od struct/enum)
- lazyvar

Properties třídy

```
class TRIDA {  
    // uložená property  
    let cislo: Int  
    var jmeno: String  
  
    // vypočtená property – je var !  
    // je to funkce bez parametrů  
    var vetsiCislo: Int { [return] cislo * 1000 }  
  
    // () – evokuje spuštění metody  
    lazyvar obsahSouboru: Data = {  
        // získej nějak obsah  
    }()  
  
    // init – počáteční hodnota props  
    // při instanciaci. Dogma č. 1  
}
```

Statické atributy třídy

Sémantika static uložených properties:

- jiné jazyky - vypočte se při startu aplikace před voláním `main()`. Nejsme schopni určit pořadí.
- Swift - vypočte se při **prvním volání get**

```
class Model: ObservableObject {  
    //  
    static let shared = Model()  
  
    //  
    init() {  
        // tady se spouští datová operace  
    }  
}
```

Objective-C/Swift **miluje singletony** (shared, default).

Úvod do init(...) metod, konstrukce

```
class TRIDA {  
    //  
    let foreverConst = 1  
    let cislo: Int // [?, !]  
    let jmeno: String // [?, !]  
    var mutableCislo: Int = 10  
    //  
    init(...) { ... }  
}
```

- props bez počáteční hodnoty => init(...)
- props s ?/! typem => implicitně nil počáteční hodnota
- init metod smí být více, každý MUSÍ komplet inicializovat obsah properties
- struct smí mít implicitní `init`, třídy musí explicitně

Poznámka k Type? a Type!

```
// Optional type, ?, !  
var cislo: Int?  
var jineCislo: Int!
```

- Type? - Wrapped type, nutný unwrapping (if let, guard let)
- Type! - je totožné s Type? (obsahuje nil), pouze kompilátor nevyžaduje unwrapping (je automatický)

```
// Optional type, ?, !  
if let _cislo = cislo { }  
  
// Type! je technicky Type? bez dozoru  
cislo = nil; jineCislo = nil  
// lze obojí  
let kopie = jineCislo // bez dozoru. Seg-F  
  
if let _jineCislo = jineCislo {}
```

Init, sémantika

Init je metoda s pravidly (statická kontrola překladačem):

- naplnit všechny počáteční hodnoty atributů
- `let` property lze v `init` zapsat pouze jednou
- volat případný `super.init(...)`
- pak smí přistupovat na `self` (get/set na atribut, volání metody)

Init, sémantika

```
class TRIDA: NadTrida {  
    //  
    let cislo: Int  
    var jmeno: String  
  
    // z argumentu, nebo v metodě  
    init(...) {  
        // poprvé smím  
        cislo = 1  
        // podruhé: error  
        cislo = 10  
        // inicializace POVINNÁ  
        jmeno = "je var, takže ..."  
        // až teď smím volat super.init  
        super.init(...)  
        // obsah naplněn, self je kompletní  
        self.volamMetoduObjektu()  
    }  
}
```

Volání super.init

Až po dokončení inicializace atributů `TRIDA`.

Srovnejme pro zajímavost:

- C++ - voláním konstruktoru `NadTrida` se zahajuje konstruktor `TRIDA`
- Simula67 - namísto konstrukturu je "main procedura třídy", v ní příkaz `inner`.
- ... probublá se až do nejvyšší nadtřídy, v ní se spustí její `main` a v místech `inner` se volá `main` dědice, případně hierarchicky dál

Volání super.init

Inicializátor je metoda, tj smí být při dědičnosti přetížen.

```
class TRIDA {  
    //  
    let cislo: Int  
    //  
    init(cislo: Int) { self.cislo = cislo }  
}  
  
//  
class SubTrida: TRIDA {  
    //  
    let dalsi: Int  
    // musím dodat "dalsi"  
    override init(cislo: Int) {  
        //  
        dalsi = 123; super.init(cislo: cislo)  
    }  
    // nový init pro oba atributy  
    init(cislo: Int, dalsi: Int) {  
        self.dalsi = dalsi  
        super.init(cislo: cislo)  
    }  
}
```

Convenience init()

Doposud jsme mluvili o primárních inicializátorech (Designated Initializers).

- Občas potřebujeme v rámci inicializace provést nějakou návaznou činnost.
- tj. nejprve inicializovat objekt
- pak nad ním něco "iniciačního" provést

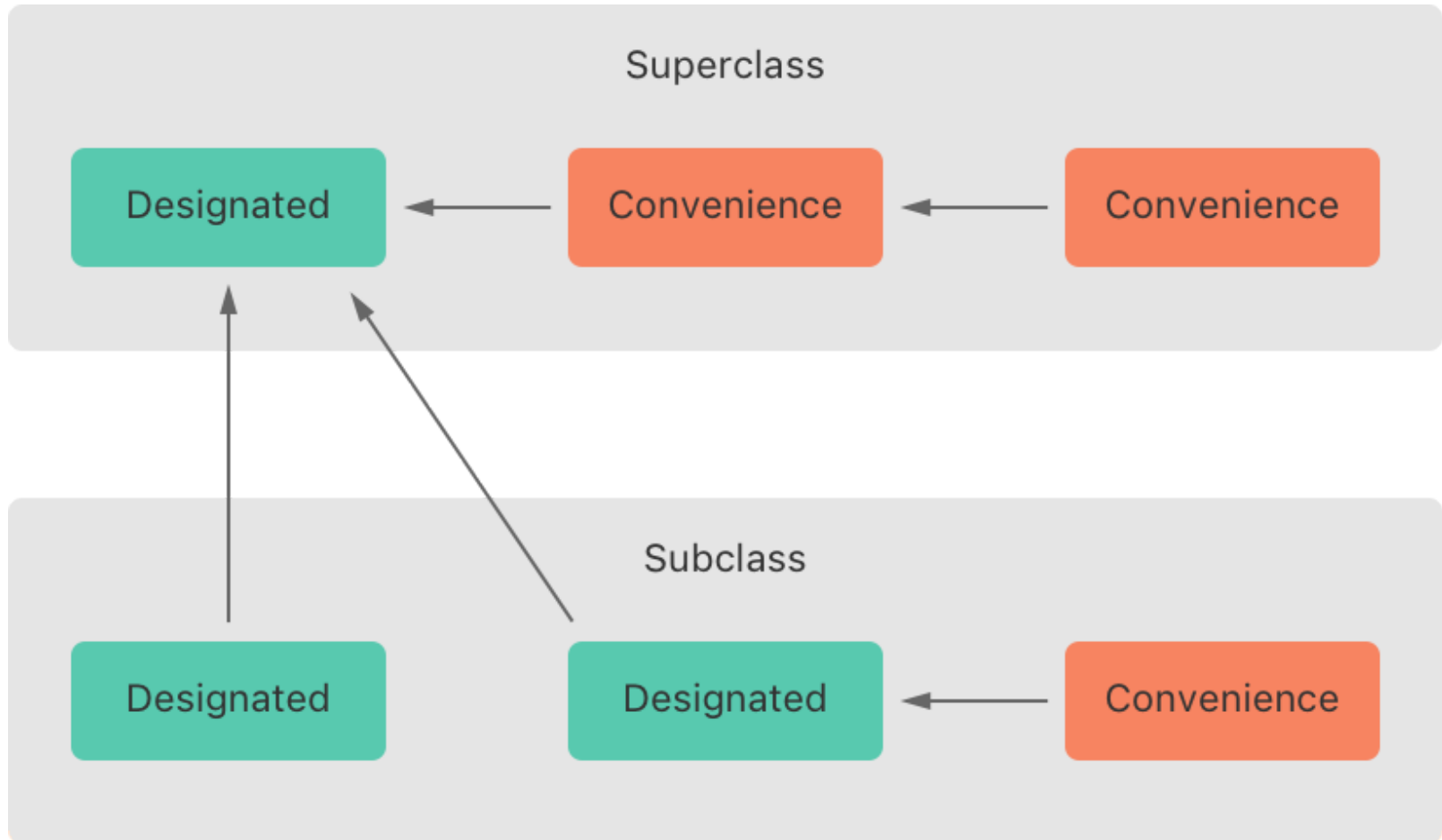
Motivace: při větším množství init metod se hodí si v nich udělat "pořádek", znovupoužitelnost kódu:

- primární init-y
- navazující init-y

Convenience init()

```
class TRIDA {  
    //  
    let cislo: Int  
  
    // primarni/designated init  
    init(cislo: Int) {  
        //  
        self.cislo = cislo  
    }  
  
    // navazny init  
    convenience init(cislo: Int) {  
        //  
        init(cislo: cislo)  
        //  
        // nejaka dalsi akce  
    }  
}
```

Convenience init()



Convenience init() - konvenčně

```
class TRIDA {  
    //  
    let cislo: Int  
  
    // primarni/designated init  
    init(cislo: Int) {  
        //  
        self.cislo = cislo  
    }  
  
    //  
    func dodatecneInitAkce() -> TRIDA {  
        // neco  
        return self  
    }  
}  
  
//  
let o = TRIDA(cislo: 10).dodatecneInitAkce()
```

Required init()

```
class TRIDA {  
    //  
    let cislo: Int  
    // klasicky primarni init  
    init(cislo: Int) { self.cislo = cislo }  
    // jiny init s komplexnim chovanim  
    required init(fromJSON: String) {  
        // inicializuj se z JSON kodu  
    }  
}  
  
class OdvozenaTRIDA: TRIDA {  
    // je vynucena pritomnost tohoto init  
    required init(fromJSON: String) {  
        // inicializuj se z JSON kodu  
        super.init(fromJSON: fromJSON)  
    }  
}
```

Required init()

Když nějaký protokol vynutí přítomnost konkrétního `init`, pak toto kaskádově platí i v sub-classes.

```
//
protocol JSONable {
    //
    init(fromJSON: String)
}

//
class TridaA: JSONable {
    // stava se zde REQUIRED
    required init(fromJSON: String) {
        //
    }
}
```

Destruktor

```
class TRIDA {  
    //  
    deinit {  
        //  
        print("So long and thanks for all the fish!")  
    }  
}
```

Užití (které mě napadá):

- uzavření souborů a kanálů
- odhlášení z KVO, odhlášení z NotificationCenter
- nulování weak referencí (později)

Jinak je dynamická paměť spravována automaticky.

Paměťové modely uložených props

Platí pouze !!! pro classes (class type protocols)

Uložená property obsahuje hodnotu:

- s kopírovací sémantikou - pak není žádný paměťový model (hodnotu musí mít, `Optional` - má případně nil)

... S referencovatelnou sémantikou, pak

- drží referenci na jiný objekt
- vzniká vztah vlastnictví a ten chceme ovlivnit

Paměťové modely uložených props

```
class TRIDA {  
    // kopírovací sémantika, hodnota tam JE  
    var hodnota: Int|String|struct|?!  
  
    // ref sémantika. Implicitně strong-reference  
    var delegate: NejakaTrida  
}
```

Objekt `TRIDA` referencuje jiný objekt `NejakaTrida`.

Strong reference: objekt `NejakaTrida` referencovaný přes `delegate` bude žít, dokud žije jeho vlastník, tj objekt `TRIDA`.

Opakování: reference

Předně: rozdíl mezi *pointer* a *reference*.

- Pointer = paměťová adresa + pointerová aritmetika.
- Reference = paměťová adresa, způsob vlastnictví.

Vlastnictví:

- strong - dokud cíl referencuju, cíl žije
- weak - cíl referencuju, co když během toho zanikne?

Implementace strong reference:

- reference counter + garbage collecting
- +/- refCounteru - typicky atomická operace, zámek, režie

Vedlejší efekty strong reference

```
let a = TRIDA(); // refCount := 1
let b = a; // refCount++
volamFunkci(a)
// arg je dalsi vlastnik, tj refCount++
// pri navratu refCount--
func volamFunkci(_ arg: TRIDA) {}
```

- časová režie na reference counting - vadí?
- referenční cyklus - velmi typické pro "delegátství"
- referencovaný cíl prostě jednou zanikne, potřebuju se to dozvědět

Referenční cyklus

```
class Pracovnik {
    var delegate: Zadavatel?
    //
    func delamPraciAsyncAPakVolam() {
        // ...
        delegate?.mamHotovo(prac: self, vysledky)
    }
}
//
class Zadavatel {
    var pracovnik: Pracovnik?
    //
    func hokna() {
        pracovnik = Pracovnik(delegate: self)
        pracovnik.delamPraciAsyncAPakVolam()
    }
    func mamHotovo(prac: Pracovnik, _ vysledky:...) {
        guard pracovnik===prac else { fatalError()}
        // dealokuji, rozpojuji, ...
        pracovnik?.delegate = nil; pracovnik = nil
    }
}
```

Vedlejší efekty strong reference, C++

Toto ve Swiftu **NELZE**.

```
// predam referenci na reference counter :)
// nezvysuju ref count
void neco(const std::shared_ptr<TRIDA> &o) {
    //
    o->cosiZavolej()
}

// vytvářím objekt s reference countingem
auto _ref = std::make_shared<TRIDA>(...)
// zvyšuju refCount
auto _kopie = _ref;
// předávám referenci na referenci
neco(_ref)
```

Weak reference

Objekt `A.vazba` referencuje `TARGET`

```
class A {  
    // je VAR, let je bez diskuzí...  
    weak var vazba: TARGET?  
}
```

Sémantika:

- uložená property musí být `Optional`, tj připouští `nil`
- navázání **nezvyšuje** `refCount` `TARGET`
- při zániku `TARGET` provede Swift-runtime automaticky nulování `vazba`
- implementace: `TARGET` si drží kolekci weak-vlastníků

Unowned/Unsafe reference

Weak reference = režie. Když chci odhodit tuto režii, tj:

- `TARGET` zanikne, nepředá zprávu
- `vazba` není nulována, tj ukazuje chybně do paměti

Jak se to v runtime ošetří při přístupu `vazba` :

- `unowned` - Swift-runtime garantuje exception
- `unowned(unsafe)` - žádná garance

Předávání referencovatelné hodnoty

Se beztak vždy odehrává strong formou.

```
// cosi: refCount++
func udelej(cosi: TARGET) {}

class A {
    // je VAR, let je bez diskuzí...
    weak var vazba: TARGET?

    //
    func predej() {
        // tady je _v opět strong ref
        if let _v = vazba {
            // tj refCount++
            udelej(cosi: _v)
        }
    }
}
```

OOP ve SwiftUI

Model-View-ViewModel architektura:

- Model - struct, class, enum
- View - struct
- ViewModel - struct zaobalující objekty

UIKit - je OOP knihovna

SwiftUI - je POP (Protocol Oriented P.) knihovna, silně šablonově orientovaná

Nejvíce OOP bude v Combine a to bude "template hell" :)

Closures - $\{ i, j \text{ in } \dots \}$

Closures: Úvod

Funkce - globální, lokální (metoda), referencovatelná.

```
// argument: Int, vrací: Int  
typealias MojeFunkce = (Int) -> (Int)
```

Funkce/lambda výraz/closures jsou **referencovatelné objekty**.

- Funkci mohu předat jako data.
- Uložit jako data (do proměnných, kolekcí).
- Zavolat.

Funkce = pojmenovaný lambda výraz.

Lambda

```
// (Int)->Int
let l1 = { (i: Int) in return i * 10 }

// () -> (), Void->Void
let l2: ()->() = { print("hello") }

// při volání NEpojmenovávám argumenty
print(l1(10))

// minimalistická syntaxe
// typová reference -> "i" je Int
let l3 = { i in return i * 10 }
let l4 = { return $0 * 10 }
let l5 = { $0 * 10 }
```

Lambda jako argument funkce

```
func delej(cislo: Int, blk: (Int)->(Int)) {  
    // volám blok  
    print(blk(cislo))  
}  
  
// volání  
delej(cislo: 10, blk: { (i:Int) in i + 1 })  
delej(cislo: 10, blk: { i in i + 1 })  
delej(cislo: 10, blk: { $0 + 1 })
```

Trailing Closure

Syntaktická zkratka. Velmi rozšířeno.

Definice: Je-li poslední argument hlavičky volání funkce lambda, pak lze argument "položit" za hlavičku volání.

```
func delej(cislo: Int, blk: (Int)->(Int)) {  
    // volám blok  
    print(blk(cislo))  
}  
  
// volání s trailing closure  
delej(cislo: 10) { (i:Int) in i + 1 }  
delej(cislo: 10) { i in i + 1 }  
delej(cislo: 10) { $0 + 1 }
```

Trailing Closure

Poznat, že se jedná o volání funkce.

```
func delej(blk: (Int)->(Int)) {  
    // volám blok  
    print(blk(1))  
}  
  
// volání s trailing closure  
delej { (i:Int) in i + 1 }  
delej { i in i + 1 }  
delej { $0 + 1 }  
// async je funkce  
DispatchQueue.main.async { print("Hello) }
```

Co je closure?

Dosavadní konvence nad funkcemi:

- funkce má vstup a výstup, kromě toho "nešahá" (čtení, zápis!) na data z okolí (typicky globální data)
- smí volat jiné funkce

Tomu říkáme **funkce nemá vedlejší efekt**.

```
var cislo = 10
var jineCislo = 3
// vedlejší efekt je ZLO
// čtení "cislo"
// zápis "jineCislo" je TUPLOVANÉ ZLO
func udelej() {
    //
    jineCislo = cislo
}
```

Globální data aplikace

Jsou pochopitelně potřeba.

Ale nějak "institucionalizována" :)

```
// typicky v singleton objektech
class GlobAppData {
    //
    static let shared = GlobAppData()

    //
    var heslo0dUzivatele: String = "..."/>

```

Co je closure?

- u metod (funkcí v struct/class) vedlejší efekt připouštíme, je zcela normální
- naopak říkáme, že na data objektu se SMÍ sahat výhradně prostřednictvím metod

```
class TRIDA {  
    private var cislo = 3  
    //  
    func nastav(cislo: Int) { self.cislo = cislo }  
}
```

Definice: Closure je lambda výraz s vedlejším efektem.

Ok, začíná nová skupina problémů...

Jak vzniká closure?

Typicky "vytrhneme z kontextu" část kódu a někomu ji předáme.

```
class TRIDA {  
    //  
    var hodnota: Int = 0  
    // například akce na nějaké tlačítko  
    func prace(vykonavac:Nekdo) {  
        // jakože inicializace  
        hodnota = 0  
  
        // trailing closure  
        vykonavac.pracuj(vstupy) { vysledek in  
            //  
            hodnota = vysledke  
        }  
    }  
}
```

Jak vzniká closure

Proč vlastně closure potřebujeme?

Closures tvoří potenciál pro asynchronní činnost programu (řízeného událostmi).

```
class TRIDA {  
    //  
    var hodnota: Int = 0  
    // například akce na nějaké tlačítko  
    func prace(vykonavac:Nekdo) {  
        // synchronne....  
        hodnota = vykonavac.pracuj(vstupy)  
    }  
}
```

Jak vzniká closure

Grand Central Dispatch. Multi-vláknovost.

```
class TRIDA {  
    //  
    var hodnota: Int = 0  
    // například akce na nějaké tlačítko  
    func prace(vykonavac:Nekdo) {  
        // jakože inicializace  
        hodnota = 0  
        // volám funkci "async", trailing closure  
        DispatchQueue.global.async {  
            // nejaky vypocet  
            let vysledek = pracuj(hodnota)  
            // volám funkci "async" na main queue  
            DispatchQueue.main.async {  
                //  
                self.hodnota = vysledek  
            }  
        }  
    }  
}
```

Escaping & Non-Escaping Closure

Non-Escaping = synchronní volání closure

Escaping = asynchronní volání closure

```
// dostávám blok, který v sobě zavolám (sync)
func sync_call(blk: ()->()) {
    // volám ho...
    blk()
}
```

Escaping & Non-Escaping Closure

```
// dostávám blok, který si "odložím na později"
var prace: [()->()] = []

// je to @escaping closure
func async_call(blk: @escaping ()->()) {
    // nevolám sync, uložím si ho na později
    prace.append(blk)
}

// později někdo...
func pracuj() {
    //
    for i in prace {
        // volej
        i()
    }
}
```

Escaping closure

Closure vytržený ze svého kontextu si musí podržet kontext, ze kterého vychází.

Kontext je struct/class, pak si bere kopii `self`. Kompilátor přikazuje explicitně `self.` nad atributy struct/class.

```
class TRIDA {  
    var hodnota = 0  
    //  
    func akce() {  
        // volám nějakou async práci  
        volejKnihovnu(arg1) { vysledek in  
            // self. je teď nutné  
            self.hodnota = vysledek  
        }  
    }  
}
```

Escaping closure

Beru si kopii `self`. Co to znamená? Copy/Ref sémantika.

```
class TRIDA {  
    var hodnota = 0  
    //  
    func zpracujVysledek(i: Int) {  
        hodnota = i  
    }  
    //  
    func akce() {  
        // volám nějakou async práci  
        volejKnihovnu(arg1) { vysledek in  
            // self. je teď nutné  
            self.zpracujVysledek(i: vysledek)  
        }  
    }  
}
```

Escaping closure

Beru si kopii `weak self`. Co to znamená?

```
class TRIDA {  
    var hodnota = 0  
    //  
    func zpracujVysledek(i: Int) {  
        hodnota = i  
    }  
    //  
    func akce() {  
        // volám nějakou async práci  
        volejKnihovnu(arg1) { [weak self] vysledek in  
            // ten objekt self už nemusí existovat  
            guard let _self = self else { return }  
            _self.zpracujVysledek(i: vysledek)  
        }  
    }  
}
```

Escaping closure

Beru si kopii `self` . COPY sémantika.

```
//  
func volejKnihovnu(_ arg: Int, blk: @escaping (Int)->()) {  
    //  
}  
//  
struct STR {  
    var hodnota = 0  
    // struct => self je immutable  
    mutating func zpracujVysledek(i: Int) {  
        hodnota = i  
    }  
    //  
    mutating func akce() {  
        // volám nějakou async práci  
        volejKnihovnu(1) { vysledek in  
            // self je immutable. ERROR  
            self.zpracujVysledek(i: vysledek)  
        }  
    }  
}
```

Non-Escaping pro struct

```
// je SYNC! non-escaping
func volejKnihovnu(_ arg: Int, blk: (Int)->()) {
    //
    blk(123)
}
//
struct STR {
    var hodnota = 0
    // struct => self je immutable
    mutating func zpracujVysledek(i: Int) {
        hodnota = i
    }
    //
    mutating func akce() {
        // volám nějakou SYNC práci
        volejKnihovnu(1) { vysledek in
            // ...
            zpracujVysledek(i: vysledek)
        }
    }
}
```

Closures: závěry

- Kompilátor ve funkci odliší `@escaping` a `non-escaping` closure.
- Tento fakt si vynutí do hlavičky funkce.
- Tento fakt si vynutí do místa volání funkce.
- Escaping closure bude vyžadovat `mutable self`.

Enumeration

`struct` / `class` / `enum`

Enumeration - výčtový typ

Hodnota může nabývat formy A nebo B nebo C ...

```
enum KodAkce {  
    case pomala  
    case rychla  
}  
  
// Kontextově zřejmé, zkrácená syntaxe  
let a: KodAkce = .pomala  
let b = KodAkce.pomala  
  
//  
if a == .pomala {  
    //  
}
```

Enumeration: Raw Value

```
// pouze pro primitivní typy
enum KodAkce: Int {
    case pomala = 0
    case rychla = 1
}

// ... je Optional !!!
let a = KodAkce(rawValue: 1)

// syntakticky přípustné, dynamicky neuhlídatelné
let cisloAkce: Int = volaniFunkce() // -> Int
let b = KodAkce(rawValue: cisloAkce)

// test
guard let _b = b else {
    //
    fatalError("Chybna hodnota vstupu")
}
```

Parametrizovatelný Enum

```
enum Akce {  
    case nop  
    // jeden strukturovaný typ  
    case volej(telefon: String)  
    // druhý strukturovaný typ  
    case precti(String, Date)  
    // rekurze...  
    indirect case poPauzeUdelej(pauza: Int, akce: Akce)  
}  
  
//  
let a = Akce.volej(telefon: "123-456-789")  
let b: Akce = .poPauzeUdelej(pauza: 2, akce: .nop)
```

Testování/rozbalení hodnoty enum

```
var a: Akce

// trivialni if - test
if a == .nop { ... }

// case - binding - pattern matching
if case .volej(let cislo) = a {
    //
    print("cislo je \(cislo)")
}
// "let" lze "vytknout pred zavorku"
if case let .volej(cislo) = a {
    //
    print("cislo je \(cislo)")
}
```

Testování/rozbalení hodnoty enum

```
var a: Akce

//
switch a {
    case .nop: cosi()
    case .volej(let cislo): cosi()
    // ...
    default:
        fatalError("Implementuj vsechny pripady")
}
```

Něžný úvod do Protokolů & Extensions

Extension

Smalltalk world. Objective-C. Nyní i ve Swiftu.

```
extension Int {  
    // NELZE doplnit data, POUZE kód  
    var kratDva: Int { self * 2 }  
}  
  
//  
let a = 10  
let b = a.kratDva
```

Smím dodat nové funkce (vypočtené props) do

- tříd, struktur, enum - rozšiřují interface
- protokolů - co budou značit funkcionality dodané do protokolů???

Protokol

Definice: Protokol je pojmenovaná sada hlaviček funkcí.

```
protocol KamHlasimUdalosti {  
    //  
    func startuju()  
    func hotovyVypocet(vysledek: Data)  
    func mamPokracovat() -> Bool  
}
```

Původním smyslem protokolů bylo **delegátství**. Objekt objektu hlásí zprávy z protokolu, případně žádá vstupy (**DataSource**).

Implementovat protokol

```
// class, struct (, enum)
class ViewController : KamHlasimUdalosti {
    //
    func startuju() { print("Uz to jede...") }
    func hotovyVypocet(vysledek: Data) { ... }
    func mamPokracovat() -> Bool { true }
}
```

Typičtěji však via Extension.

```
//
class ViewController { ... }
// Objective-C: tzv. category
extension ViewController : KamHlasimUdalosti {
    //
    func startuju() { print("Uz to jede...") }
    func hotovyVypocet(vysledek: Data) { ... }
    func mamPokracovat() -> Bool { true }
}
```

Hodnota typu "protokol"

Hodnota typu `KamHlasimUdalosti` je "cosi", komu lze poslat zprávu z protokolu. Víc o něm nevíme.

```
func nastartuj(p: KamHlasimUdalosti) {  
    //  
    p.startuju()  
    //  
    while p.mamPokracovat() {  
        //  
        p.hotovyVypocet(vysledek: ...)  
    }  
}
```

Dědičnost protokolů

Protokoly mohou slučovat vlastnosti/požadavky jiných protokolů.

Proč bychom to chtěli? Protokol vyjadřuje:

- delegátství, data source (typické pro UIKit)
- zobecnitelnou vlastnost - Comparable, Hashable, Identifiable
- požadavek na rozhraní někoho

Pak lze vytvářet abstraktní sdílené chování.

```
// protokol Codable je sloučení...  
protocol Codable: Encodable & Decodable {  
    //  
}
```

Protokol jako vlastnost

`Self` je symbol pro TYP implementátora.

```
protocol Comparable {  
    // Self = typ mě, až to budu implementovat  
    static func < (l: Self, r: Self) -> Bool  
}
```

Implementátor garantuje binární operaci `<` nad sebou.

```
// Array je šablona s typovým argumentem Element  
struct Array<Element> {}  
// vkládám EXTENSION nad Array pro  
extension Array where Element: Comparable {  
    //  
    var sorted: [Element] { ... s pomocí < }  
}
```

Protokol jako vlastnost

- `Equatable`, `==`, abstraktně sekvenční vyhledávání
- `Identifiable`, `id: Hashable`
- `Hashable` -> hash hodnota pro `Self`
- `CustomStringConvertible`, `description: String`
- `Codable` -> JSON encoder/decoder

Identifiable

```
struct Record: Identifiable {  
    //  
    let id = UUID()  
    let jmeno: String  
}  
  
// SwiftUI  
struct Seznam: View {  
    //  
    @State var obsah: [Record] = ...  
    //  
    var body: some View {  
        //  
        List(obsah) { itm in  
            Text(itm.jmeno)  
        }  
    }  
}
```

Hashable

```
//
struct Clovek: Hashable {
    //
    let rc: String
    let jmeno: String
    // nacpi to do Hasher, on z toho udelá HASH value
    func hash(into hasher: inout Hasher) {
        //
        hasher.combine(rc)
        hasher.combine(jmeno)
    }
}

// struct Set<Element> where Element: Hashable {}
typealias SetOfClovek = Set<Clovek>
```

CustomStringConvertible

```
//
struct Clovek: CustomStringConvertible {
    //
    let rc: String
    let jmeno: String

    // využito i při ladení v XCode
    var description: String {
        // formátování stringu
        "Clovek \(jmeno), RC: \(rc)"
    }
}

//
let c = Clovek(...)

//
print(c)
```

Funkčně orientovaný protokol

```
protocol SchedulableJob: Identifiable {  
    //  
    var duration: Int { get }  
    // fakticky prikazuju přítomnost ulož. property  
    var schedule: Schedule { get set }  
}  
  
//  
extension SchedulableJob {  
    //  
    mutating func scheduleMe() {  
        //  
        schedule = Schedule(start: 0, end: duration)  
    }  
}
```

Třídní protokol

```
// tento protokol bude mít třídní chování  
protocol JenomProTridy: class {  
    //  
}
```

`self` je mutable, referencovatelné

Závěr

Zůstávají nám (menší) témata:

- exceptions - kódování dat
- async funkce - GCD a multi-threading
- plus tisíc malých detailů do dalších tematických přednášek

A velká témata na příště:

- Protocol Oriented Programming
- šablony, templates, ...