Programování zařízení Apple

IZA, Martin Hrubý, FIT VUT, 2024/25

Úvod do předmětu

Úvod do Objective-C

Dosavadní historie IZA

- Počátek — záběr na všechna zařízení
  - Jazyk Objective-C.
  - Jazyk Swift. Orientace na UIKit/AppKit.
- Počátky SwiftUI. Opatrné experimenty :)
- Nyní:
  - poměrně vyspělý Swift,
  - SwiftUI již lze brát vážně,
  - … přesto je dobré znát kořeny.

Cílová zařízení

- Primárně zařízení pod *iOS*/*ipadOS* — iPhone, iPod Touch, iPad.
  - iOS University Developer Program.
- Následně deriváty — Apple TV, Apple Watch.
- Přehled o macOS — OS X, iMac.
  - teoreticky sjednoceno přes SwiftUI.

Cíl předmětu

- Studium velmi významné platformy.
- Inspirace způsobem programování.
  - Jak to dělá někdo jiný…dle libosti srovnejte s např Androidem.
  - Měl by to být *předmět o programování*. Jako platformu pro ukázky si vezměme Apple zařízení. **Debata o programování.**
- Programování v jazyce Swift (+ Objective C).
- Obecné principy programování *více-vláknových aplikací*. Programy s asynchronním konceptem.

V čem je problém?

- Programování app pro iOS je na první pohled snadné. Copy-paste demo příkladů.
  - Je třeba chápat smysl konstrukcí.
- Složitější programy vyžadují *více-vláknovost* a *asynchronnost*. Tady většina nováčků končí.
  - *Definovat a udržet v programu koncepci*. Návyky. Modely (Petriho sítě).
- Proto náš cíl: pochopit principy, naučit se modelovat *vnitřní stav programu*. SwiftUI — nutnost.

V čem je problém?

- Na iOS aplikace se kladou velké nároky:
  - plynulost ovládání a UI — zvyklosti, úroveň SW,
  - událostní řízení — plus vlákna (UI), uživatel je součástí aplikace,
  - asynchronní volání do jádra, … SwiftUI/Combine
  - proměnlivost prostředí (přepínání aplikací, účtů, přerušení telef. hovorem, …) — aplikace nemá ”chvilku klidu”,
  - multi-platformnost (víc zařízení jednoho uživatele),
  - ekosystém zařízení.

V čem je problém?

- Apple vždy kladl důraz na dokonalé chování svých produktů:
  - externí vývojáři by to mohli kazit…(uživatelský dojem ze zařízení). Co jim dovolíme?
  - uživatelé by si to sami mohli kazit…Co jim dovolíme?
- Koncepce produktů/SW Apple tomu měla vždy bránit.
  - Srovnání s Androidem. Problém ”home adresáře”.
  - První počítače Apple (I. a II.) byly hackerské DIY stavebnice.

Objective-C -> Swift

- Objective-C:
  - triviální koncepce,
  - ukecanost kódu, pracnost — ale bastleníčko…😅
- Swift (poučení z krizového vývoje)
  - striktní typová kontrola, optional hodnoty, bigotní init(…)
  - kontextové kontroly (throws/try, escaping, override)
  - vysoká produktivita práce

Storyboard -> SwiftUI

- Storyboarding (UIKit): MVC
  - místy chaotické programování MV-C programu,
  - hodně pracné, ukecané — ale tolerující ”bastlení”.
  - geometrie Views byla peklo…
- SwiftUI: MVVM
  - striktní architektura programu, ”ordnung”
  - vysoká produktivita práce,
  - abstrakce -> přenositelnost mezi zařízeními Apple.

Apple: 48 let konzistence…

- Swift/SwiftUI stojí na principech předchozího vývoje nástrojů.
  - jenom je balí do hezčích kabátků,
  - směrem k vyšší produktivitě práce v programování,
  - směrem k robustnější koncepci programů.

Milníky pochopení Swiftu

- Pochopení koncepce *struct*.
  - Swift je sice OOP, ale třídy a OOP snad už nikoho nezajímají :)
  - pointer zapouzdřený do reference, ref. zapouzdřená do hodnoty
  - Komunikace mezi objects/structs. SwiftUI.
- Pochopení closures. (closure versus callback)
- Protokoly (koncepty) a extensions.
  - Dříve spíš delegátství (komunikace). Abstrakce v programu.
- Generické programování.

struct / class — immutable / mutable

- Mutable chování má být výjimečné (let / var).
  - Pozn.: paradoxy var v @IBOutlet (později…).
- NS(Mutable)Array versus [Element]
  - Všechny kolekce ve Swiftu jsou **struct (!!!)**.
- Předání:
  - reference — teď více stran něco sdílí (je to OK?)
  - hodnota — každý máme svoji vlastní kopii.

Typická aplikace — uložená data

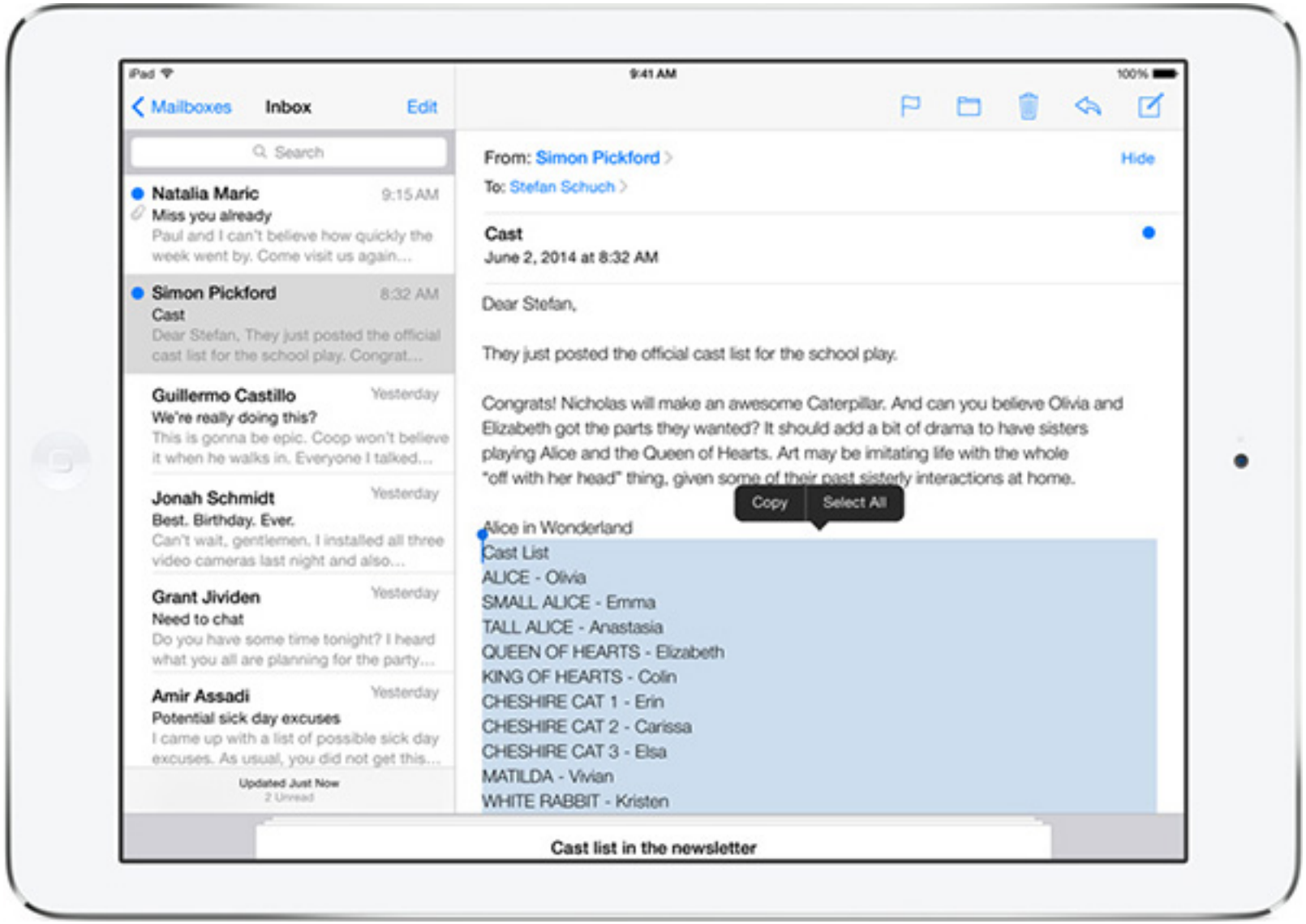
- Uživatelská konfigurace (stav) — lokální/ synchronizovaná.
- Datové schema lokální a *exportované*.
  - *Dokumenty*. Synchronizace. Verzování.
  - Lokální DB — CoreData.
  - Externí DB — iCloud (CloudKit).
  - Další — Realm, Firebase, Amazon AWS.
- Rozhraní na data pro UI, tzv. data source.
  - dnes nazýváno Model, ViewModel (SwiftUI).

Typická aplikace — řízení (Cnt)

- Řízení přístupu k datům.
- Řízení komunikace s prostředím. Synchronizace mezi zařízeními uživatele.
- Řízení UI.
- Koncept komunikace uvnitř programu — delegáti, posílání zpráv, KVO.
- Maximální znovupoužitelnost kódu — tzv. controllers.

Typická aplikace — UI

- Existují zvyklosti. Guidelines…
- Typicky Views skládáme z knihovních komponent.
- Schvalování aplikací do AppStore.
- Návrh stylu UI — iPhone/iPad verze.
- Estetika aplikace, logika ovládání aplikace, koncept naprogramování UI.


iPad
9:41 AM
100%
Mailboxes
Inbox
Edit
Search
Natalia Maric
9:15 AM
Miss you already
Paul and I can't believe how quickly the week went by. Come visit us again...
Simon Pickford
8:32 AM
Cast
Dear Stefan, They just posted the official cast list for the school play. Congrat...
Guillermo Castillo
Yesterday
We're really doing this?
This is gonna be epic. Coop won't believe it when he walks in. Everyone I talked...
Jonah Schmidt
Yesterday
Best. Birthday. Ever.
Can't wait, gentlemen. I installed all three video cameras last night and also...
Grant Jividen
Yesterday
Need to chat
Do you have some time tonight? I heard what you all are planning for the party...
Amir Assadi
Yesterday
Potential sick day excuses
I came up with a list of possible sick day excuses. As usual, you did not get this...
Updated Just Now
2 Unread
From: Simon Pickford
Hide
To: Stefan Schuch
Cast
June 2, 2014 at 8:32 AM
Dear Stefan,
They just posted the official cast list for the school play.
Congrats! Nicholas will make an awesome Caterpillar. And can you believe Olivia and Elizabeth got the parts they wanted? It should add a bit of drama to have sisters playing Alice and the Queen of Hearts. Art may be imitating life with the whole "off with her head" thing, given some of their past sisterly interactions at home.
Copy
Select All
Alice in Wonderland
Cast List
ALICE - Olivia
SMALL ALICE - Emma
TALL ALICE - Anastasia
QUEEN OF HEARTS - Elizabeth
KING OF HEARTS - Colin
CHESHIRE CAT 1 - Erin
CHESHIRE CAT 2 - Carissa
CHESHIRE CAT 3 - Elsa
MATILDA - Vivian
WHITE RABBIT - Kristen
Cast list in the newsletter

Jak na to půjdeme?

- Postupně.
- Jazyky a jazykové konstrukce — Objective-C a Swift.
- Konstrukce základní aplikace — UI.
- Data v aplikaci — kódování, DB, Dokumenty.
- Řízení aplikace — vlákna, operace.
- Doplňky: hry, Apple Watch/TV, desktop.

Jak na to půjdeme

- Je třeba chápat *historické souvislosti* — vývoj zařízení Apple, vývoj knihoven, jazyků.
  - Chápat **proč se styl programování takto vyvinul**.
- Je třeba chápat smysl programových konstrukcí.
- Rozbor postupů — rozebrat si špatné a dobré řešení.
- Minimum je zvládnout udělat aplikaci. *Optimum je rozumět ji*.

Motto (S. Jobs)

- Pokud váháš, zda-li přijít v sobotu do práce, v neděli už chodit nemusíš.
- Výrobek musí být dokonale zpracovaný i v částech, na které zákazník přímo nevidí.
  - Kde to končí?

Organizace předmětu

- Přednášky.
- Demo-cvika. Semináře.
- Projekt.
- Zkouška.
- Technické prostředky: Mac + XCode.
  - Virtualizace macOS. Volně šiřitelný Swift. Serverový Swift.

Vývoj aplikací pro iOS

- Vývojové prostředí XCode, Mac.
  - Musí tam být obrázek jablka :)
- Emulátor iOS — virtualizace iOS zařízení.
- Vývojářský účet.
- Podepisování aplikací.
- Návaznost na iCloud — dokumenty, CloudKit.

Osnova přednášek — základy

- Úvod. Objective-C. Historické kořeny.
- Swift I. — Základy, kolekce, class/struct.
- Swift II. — Closures. Protokoly. Extensions.
- Swift III. — Templates.

Osnova přednášek — apps

- MVC: Základy aplikací v MVC (Storyboard).
  - Základy MVC. TableView. Geometrie Views.
- SwiftUI I.: Základy aplikací ve SwiftUI:
  - View (some View), @State, @Binding
  - view modifiers
  - NavigationView, TabView, …

Osnova přednášek — core SwiftUI

- SwiftUI II.
  - Geometrie v aplikacích — VStack/HStack.
  - @ViewBuilder — konstrukce View.
- SwiftUI III.
  - Combine. @Published. Řízení modelu a procesů.
- SwiftUI IV.
  - Prerekvizita: CoreData, Procesy, Kódování dat & Document.
  - Pokročilé konstrukce.

Osnova přednášek — DATA & Procesy

- Paralelismus v aplikacích (GCD, Operation).
  - Combine. async/await.
  - MainThread (mutex netřeba). Globální vlákna. Fronty.
- Kódování dat (Document, iCloud, FileManager).
- CoreData. OO databáze v aplikaci.
  - ”must” znalost. CoreData v hlavním/vedlejším vlákně.
- CloudKit. — Amazon AWS.

Přednášky hostů

- David Procházka — umění tvorby uživatelského rozhraní aplikace.

Democvika, semináře.

- Několik democvičení s praktickými ukázkami programů.
- Ideálně formou hromadných konzultací, diskuzí.
  - Diskuze nad studentskými programy.
- Začneme 4.-5. týden semestru.

Počátky Apple

- 1976 — Steve Jobs a Steve Wozniak zakládají Apple Computer Inc.
  - Osobní počítače Apple I. (100ks) a II. (miliony ks).
- Různé modely dalších počítačů. Lisa. Macintosh.
  - 1985 — Jobs vyhozen z vedení Apple.
  - 1997 — vrací se.
- 80/90 léta. Éra vzniku osobních počítačů.
- Walter Isaacson: Steve Jobs.

První počítače Macintosh, 1984

- Paměťové modely — dvojitý pointer.
- Kooperativní multi-tasking.
- V PC-světě: MS-DOS.
  - 90-léta: Nástup CPU i386
  - SCO Unix na PC (386)
  - Počátky Internetu v ČR.

Vliv Smalltalku

- XEROX.
- Vývoj Smalltalku — koncept GUI, myš (A. Kay, D. Ingalls, A. Goldberg).
  - Licencováno pro počítače Apple.
- Objective C.
  - Foundation. AppKit.

Jobsův "exil"

- NeXT Computer Inc. Dále pak Pixar.
- Počítač NeXT (Cube), NeXTSTEP.
  - Mikrojádro Mach (Carnegie Mellon University).
  - BSD Unix — služby OS.
  - Objektově orientované knihovny Foundation, Cocoa. Prefix *NS*.
  - Objektově orientovaný OS.
  - Objective C.

Jobsův návrat

- Integrace NeXTSTEPu do počítačů Apple.
- OS X — čteme ”OS Ten”.
- Dnešní OS X (macOS) je pokračovatel NeXTStepu.
  - Mach+BSD základ.
  - Knihovny Cocoa a Foundation — AppKit.
- macOS/iOS jsou UNIXové systémy!

80/90 léta

- Apple svět — Apple II, Macintosh apod.
- Microsoft svět — MS-DOS 3.3, 5.0, Windows 3.11 (1992-94), Windows NT, …
- IBM OS/2.
- UNIXový svět.
- Procesory Motorola, Intel (86, 286, 386, 486, …).
  - Apple: začínal na Motorole, PowerPC, později Intel.
  - Dnes ARM. Řada procesorů A. Procesor M1/M2.

Linie OS v Apple

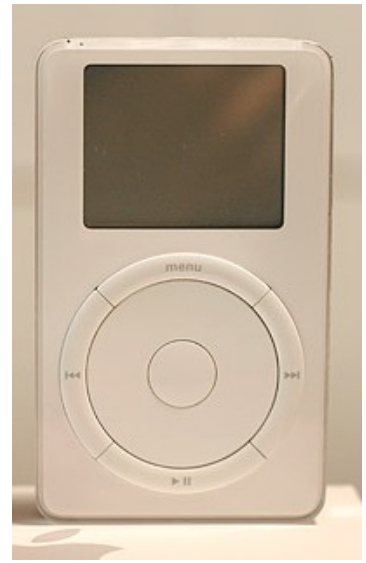
- Počítače (stolní): NeXTSTEP -> OS X.
- Mobilní počítače: OS X -> iOS.
- iOS -> watchOS, tvOS.
  - Nositelná zařízení — Apple Watch. Apple Airpods.
  - Domácí spotřební elektronika — Apple TV. HomeKit.
- Plně POSIX kompatibilní.
- Maximální znovu-použitelnost knihoven.

Počátky mobilních počítačů

- PDA — Personal Digital Assistant.
- 1993 — Apple, Newton.
- 1996 — Palm, Palm Pilot.

Hudba, iPod, iTunes

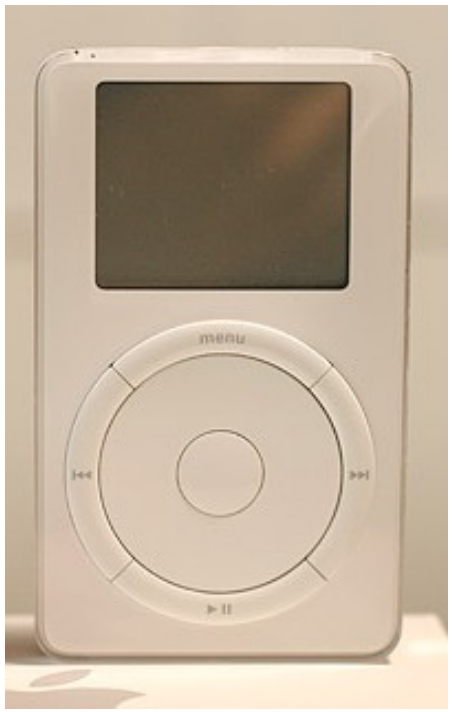
- iPod (2001) a myšlenka oddělené konfigurace zařízení přes iTunes.
  - Ne přímému (datovému) přístupu do zařízení.
  - Žádné datové porty.
  - Žádný home adresář.



- Úspěch iPodu otevřel nové trhy spotřební elektroniky.
  - Otevřel nové trhy: telefony, tablety apod.

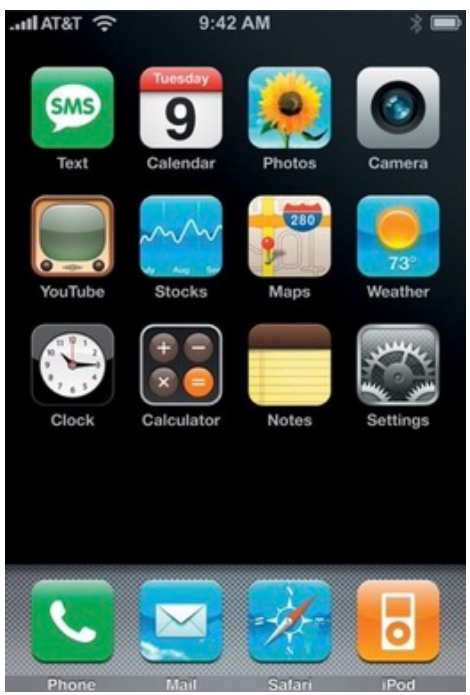
Počátky multi-touch

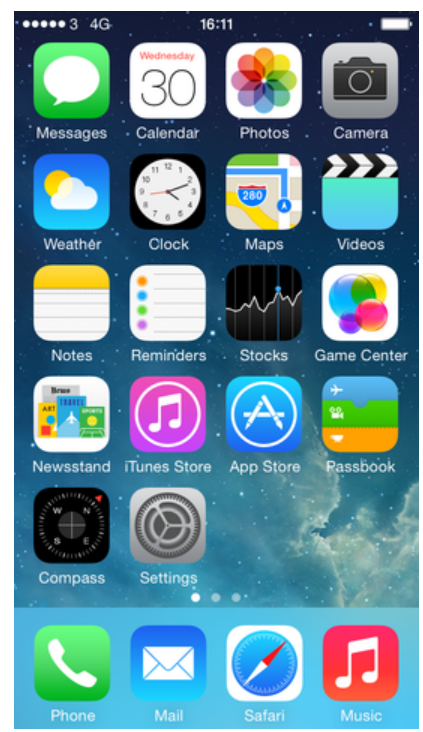
- iPod, 2001. Projekt Newton.
- Tablet — ovládání tužkou nebo multi-touch.
- Pokusy v Microsoftu. Spolupráce s Motorola (ROKR)



Projekt vývoje iPhone

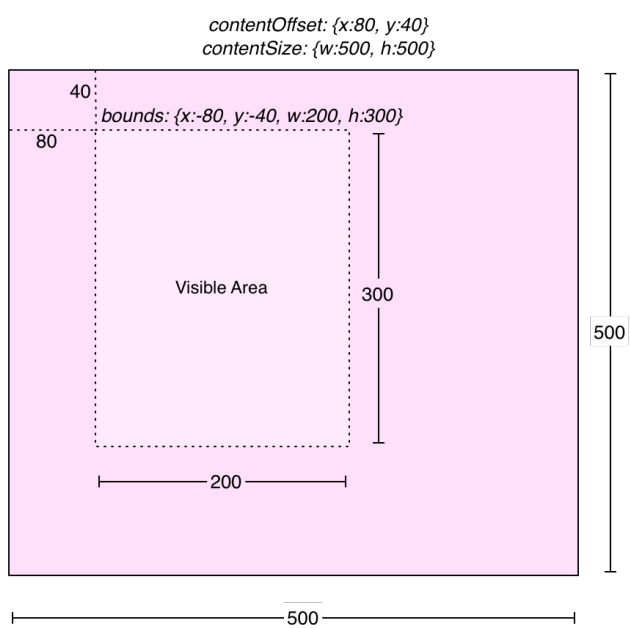
- 2005 — Projekt extrémní významnosti pro Apple.
- Jaká forma? iPod nebo dotyková obrazovka.
- iPhone 2G — leden 2007. V prodeji červen 2007.





Vývoj v počátcích

- Posuvný obsah obrazovky (UIScrollView).
- Ovládání gesty (rozpoznávače gest).
- Koncept klávesnice.



Jazyky pro programování

- Objective-C — převzat Applem a dále rozvíjen.
- **Swift** (dnes 5.6).
- *Znalost jazyka* versus *schopnost programovat*.
- Pro pochopení Swiftu a programování AppleDev bude nezbytné poznat Objective-C.
  - Properties. Datové struktury. ARC.
  - Key-Value Coding, Key-Value Observing.
  - Řízení programu. Bloky, delegáti, GCD, vlákna, callback apod.

Objective-C

- C s konceptem Smalltalkového posílání zpráv.
- Původ B. Cox a T. Love, Stepstone.
- Jazyk pro NextSTEP (1988). Později OS X a iOS.
  - 1996 — NeXT přešel pod Apple.
- Knihovna Foundation. Cocoa, Cocoa Touch (AppKit).

Koncepty Objective-C

- *Protokoly* — vícenásobná dědičnost na úrovni rozhraní. Delegáti / dataSource.
- *Extensions* — rozšiřitelnost rozhraní třídy.
- Garbage collection. ARC.
  - Swift: strong-ref, weak, unowned, unsafe(unowned)
- *Properties* — atributy s programovatelnými setter / getter. Základ KVC / KVO.
- Bloky (lambda výrazy, closures).

Swift

- Představen na WWDC 2014.
- Syntaktická revize Obj-C a (pár) konceptů navíc.
- Kompilovaný jazyk (na rozdíl od Java/C#).
- Koncept *hodnota* versus *reference* (a NULL).
  - Deklarace ”var” a ”let”. Optional value — Int?
  - Pointer versus reference?

Koncepty Swiftu

- Prý jazyk vhodný pro začátečníky :D
  - Mimořádně bohaté možnosti abstrakce v programování.
  - Datové typy -> Protokoly.
- struct / class — předávání hodnoty nebo ref.
- enum — výčet hodnot (strukturovaných).
- Generické programování.

Objective-C (ochutnávka)

Koncept jazyka

- Objective-C je směska C a třídní nadstavby.
  - Čistá OO jazyka Smalltalk: vše je objektem, hlavní nadtřída.
  - Instanční/třídní metody. Metaprogramování.
  - *@objc* pro Swift (zvyky Objective-C v knihovnách Swiftu).
- Obj-C kombinuje primitivní DT a objekty (NSObject).
  - čísla — int, long, …, NSNumber, NSString, …
  - NSArray — kolekce jsou heterogenní.

Interface třídy

```
@interface TRIDA : NSObject
{
    int number;
    NSString *text;
}

-(id) init;
-(id) initWithNumber: (int) c;

+(TRIDA *) create;

-(int) number;
-(void) setNumber: (int) c;

@end
```

```
@interface NSObject(myExtensions)
-(void) sayHello;
@end
```

```
@protocol MyProtocol
-(BOOL) canFly;
@end
```

Implementace rozhraní

```
@implementation TRIDA

-(id) init {
    self = [super init];
    return self;
}

-(id) initWithNumber: (int) c {
    self = [super init];
    if (self != NULL) {
        number = c;
    }
    return self;
}

+(TRIDA *) create
{
    return [[TRIDA alloc] init];
}

-(int) number { return number; }
-(void) setNumber: (int) { number = c; }

@end
```

Práce s objektem, zprávy

- TRIDA *obj = [[TRIDA alloc] init];
  - Třídní metoda alloc, alokace paměti. Paměť je nulovaná.
  - Inicializace — Obj-C/Swift nemluví o konstrukci. Explicitní inicializace je v podstatě (téměř) dobrovolná. Jak ve Swiftu.
  - Konvence NSObject: inicializace reference countingu.
  - AutoreleasePool.
- [obj zprava]; [obj setNumber: 3];
- Není ”virtual”. Ve Swiftu naopak — ”override”.

NULL

- Objective-C všechny proměnné automaticky nuluje.
- TRIDA *obj; // je NULL
- [obj number]; // není seg-fault
  - V Obj-C lze posílat NULL-ref zprávu, vrací se nějaká nulová hodnota (0, NO, NULL).
  - Běžně se s tím v programech počítá. Odpadá to ”if (ref) …”.
  - Pozn.: Swift se vyvinul úplně opačným směrem.

setter / getter

- Nelze přistupovat na obj.number, instanční proměnné jsou skryté (Smalltalk).
- Přístupové metody: getter / setter
  - Přístupem na inst. proměnnou *voláme metodu objektu*!
  - Toho by se dalo nějak využít. KVO — key / value observing.
- Ruční psaní getterů / setterů bylo otravné, takže se zavedly properties (WWDC 2006, Obj-C 2.0).
- Jmenné konvence v Obj-C.

Property

- Property je public instanční proměnná, která automatizuje deklaraci setteru / getteru.
- @synthesize, *@dynamic*
- tečková notace
- opět volání metody!
- @propertyWrapper

```
@interface TRIDAB
//
@property int numberb;
@property NSString *textb;
@end

@implementation TRIDAB
@synthesize numberb, textb;
@end

//
TRIDAB *b = ...;
//
b.numberb = 3;
[b setNumberb: 3];
int bb = b.numberb;
```

```
@implementation TRIDAB
/* @synthesize numberb = _numberb; */

-(int) numberb {
     // willAccess, didAccess…
    return _numberb;
}

-(void) setNumberb:(int)v {
    [self willChangeValueForKey: @"numberb"];
    _numberb = v;
    [self didChangeValueForKey: @"numberb"];
}
@end
```

Key Value Coding (KVC)

- Základní protokol implementovaný v NSObject.
- Zavádí abstrakci nad properties.
- Každý objekt je slovník (dictionary, map) typu klíč/hodnota:
  - - (id)valueForKey:(NSString *)key;
  - - (void)setValue:(id)value forKey:(NSString *)key;
  - může implementovat libovolné klíče.
- Swift: máme obdobu v tzv. KeyPath

KVC

- Metody valueForKey/setValue:forKey: jsou generovány automaticky, tj. reagují na deklarované properties.
  - [b valueForKey: @”textb”]
  - [b setValue: @”ahoj” forKey: @”textb”]
  - … včetně hierarchie dědičnosti
- Jaké může být použití KVC v programech?
  - UIKit. CoreData.

Key Value Observing (KVO)

- Vnitřní mechanizmus Foundation pro předávání zpráv mezi objekty o změnách hodnot properties.
  - Objekt A, jeho property X.
  - Observer B — jiný objekt B, který dostane zprávu, když X změní hodnotu.
- Použití konceptu. K čemu je to dobré?
  - SwiftUI abstrakce: @Binding, @ObservedObject

NSObject ve Swiftu

- Je stále implementován. Protokoly z Foundation.
- Sémantika:
  - KVC — value(forKey:), set(value: forKey:)
  - KVO — addObserver, observer(…, didChangeValue: …)
  - respondsTo(selector: …)

Knihovna Foundation (NS…)

- NotificationCenter. UserDefaults.
- Grand Central Dispatch. OperationQueue.
- CoreData. CloudKit.
  - Stále NS kolekce.
- NSCoding — Swift: Codable.
- …

Závěr

- Objective-C je historický vývojový předek Swiftu.
- V Objective-C je stále napsána spousta kódu aplikací/knihoven.
- Příště bude Swift.