Programování zařízení Apple

IZA, Martin Hrubý, FIT VUT, 2019

Úvod do předmětu

Úvod do Objective-C

Cílová zařízení

- Primárně zařízení pod *iOS* — iPhone, iPod Touch, iPad.
  - iOS University Developer Program.
- Následně deriváty — Apple TV, Apple Watch.
- Přehledově macOS — OS X, iMac.

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*.

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*.

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,
  - proměnlivost prostředí (přepínání aplikací, účtů, přerušení telef. hovorem, …) — aplikace nemá "chvilku klidu",
  - multi-platformnost (víc zařízení jednoho uživatele).

V čem je problém?

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

Elegance programování

- Programování je umělecké řemeslo. Vliv zkušeností.
  - Estetika zdrojového kódu.
- Maximální znovupoužitelnost a flexibilita.
- Rozsah použitelných zařízení.
- Rozsah morální životnosti. Dlouhověkost SW :)
- Koncepce knihoven Foundation.

Typická aplikace — uložená data

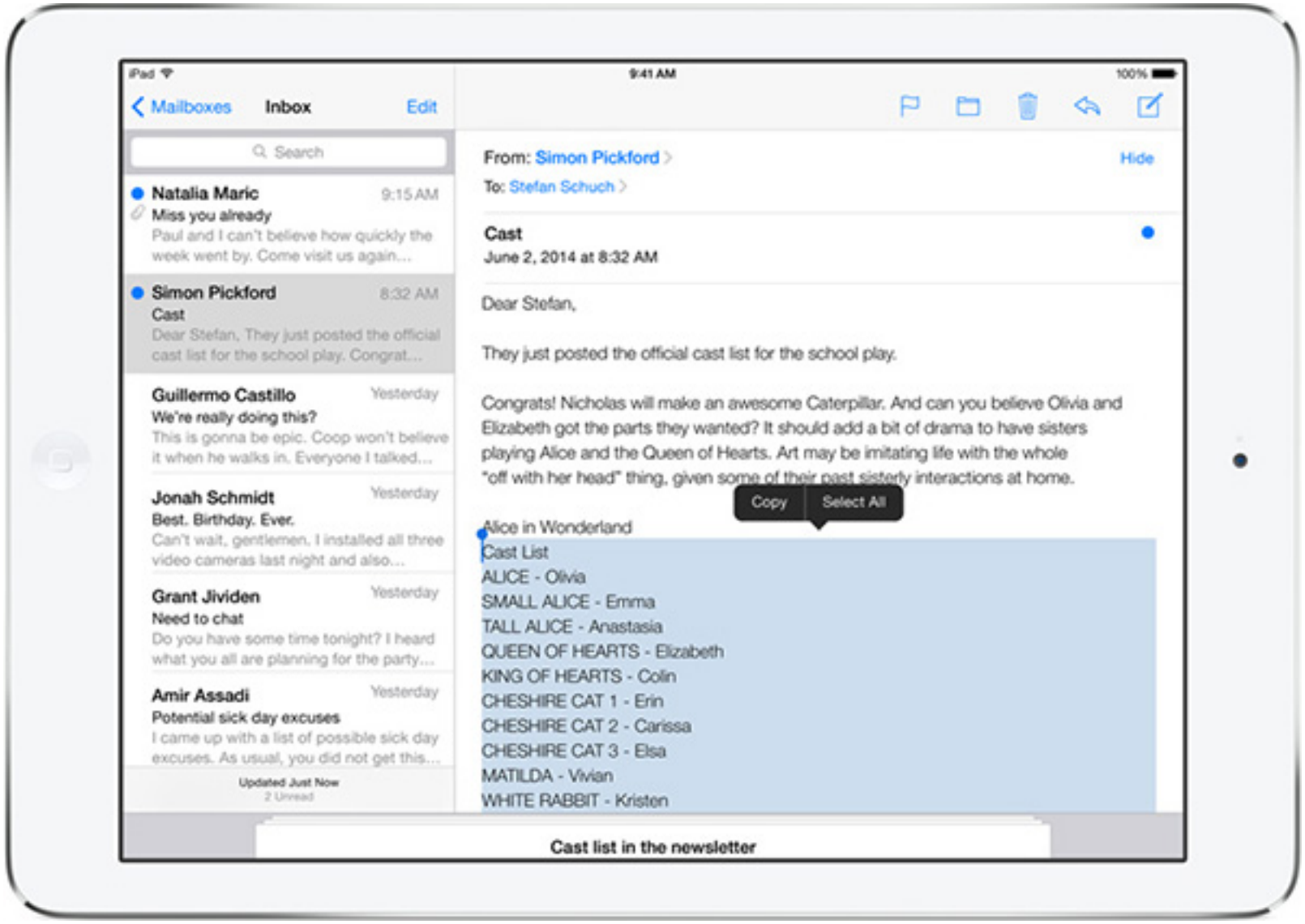
- Uživatelská konfigurace (stav) — lokální/synchronizovaná.
- Datové schema lokální a exportované.
  - Dokumenty. Synchronizace. Verzování.
  - Lokální DB — CoreData.
  - Externí DB — iCloud (CloudKit).
  - Další — Realm, Firebase.
- Rozhraní na data pro UI, tzv. data source.

Typická aplikace — řízení

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

Typická aplikace — UI

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



Cast list in the newsletter

Plays
Julius Caesar
King Lear
Othello
Henry IV, Pt 1
The Tempest
Title
Plays
Julius Caesar
King Lear
Othello
Henry IV, Pt 1
The Tempest

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.
- Semináře.
  - Pomocník Filip Klembara (xklemb00@stud).
- Projekt.
- Zkouška.
- Technické prostředky: Mac + XCode.
  - Virtualizace macOS. Volně šiřitelný 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. Paměť. Garbage collecting.
- Objective-C.
- Swift. Kolekce. Foundation.
- Model-View-Controller (MVC).
- Konstrukce aplikace v iOS.

Osnova přednášek — core

- Kódování dat (Document, iCloud).
- CoreData. OO databáze v aplikaci.
- Paralelismus v aplikacích (GCD, NSOperation).
- CloudKit.

Osnova přednášek

- Životní cyklus aplikace.
- SpriteKit.
- Programování pro MacOS.
- Programování pro WatchOS, tvOS.
- Přednáška hosta.

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, Windows NT, …
- IBM OS/2.
- UNIXový svět.
- Procesory Motorola, Intel (286, 386, 486, …).
  - Apple: začínal na Motorole, PowerPC, později Intel. Dnes ARM.

Linie OS v Apple

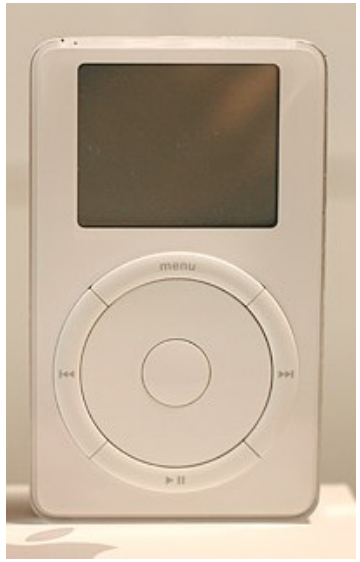
- Počítače (stolní): NeXTSTEP -> OS X.
- Mobilní počítače: OS X -> iOS.
- iOS -> watchOS, tvOS.
  - Nositelná zařízení — Apple Watch. Apple Airpods.
  - Domácí spotřební elektronika — Apple TV. Homepod.
- Plně POSIX kompatibilní.
- Maximální znovupoužitelnost knihoven.

Počátky mobilních počítačů

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

Hudba, iPod, iTunes

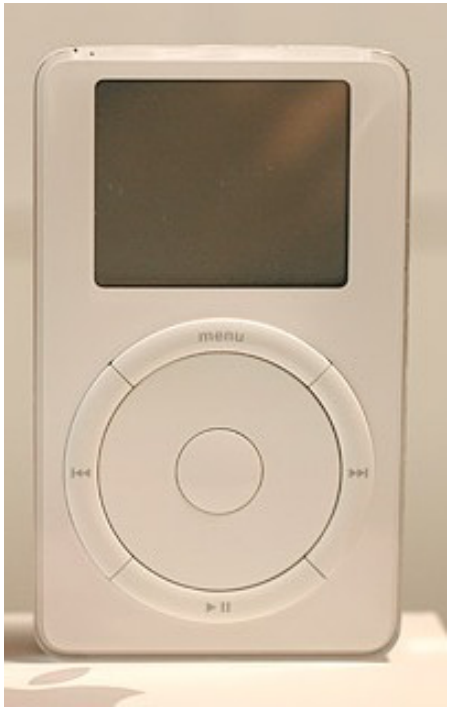
- iPod (2001) a myšlenka oddělené konfigurace zařízení přes iTunes.
  - Ne přímému (datovému) přístupu do zařízení.
  - Žádné datové porty.
  - Žádný home adresář.



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

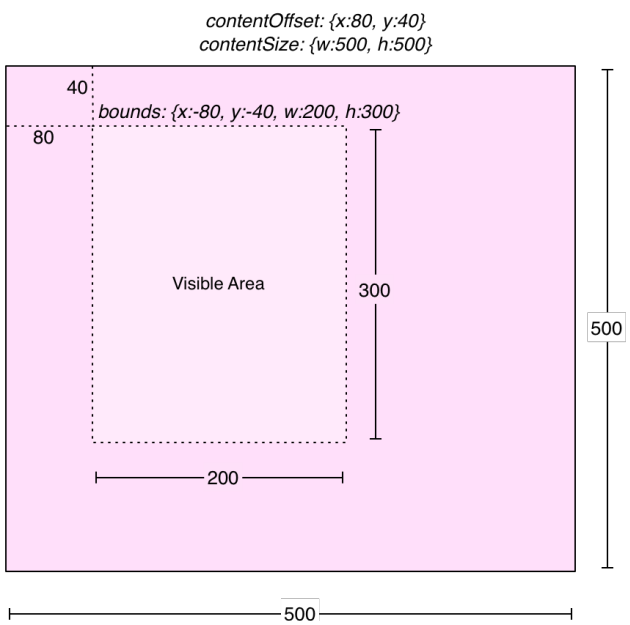
Počátky multi-touch

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



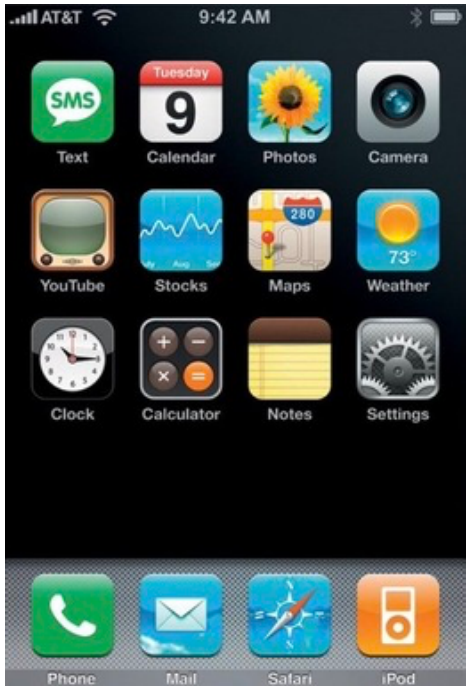
Vývoj v počátcích

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



Projekt vývoje iPhone

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



Jazyky pro programování

- Objective-C — převzat Applem a dále rozvíjen.
- Swift (dnes 4.0).
- *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.
- *Kategorie* — rozšířitelnost rozhraní třídy.
- Garbage collection.
- *Properties* — atributy s programovatelnými setter/getter. Základ KVC/KVO.
- Bloky (lambda výrazy, closures).
- Zpráva pro NULL objekt.

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"
  - Wrapped value — String?, Int?
  - mujString?.count

Koncepty Swiftu

- Poněkud překošatělé možnosti jazyka.
- struct/class — předávání hodnoty nebo ref.
- enum — výčet hodnot (strukturovaných).
- N-tice (nepojmenované struktury).
- Licence pro volné využití i mimo Apple zařízení.

Objective-C

Koncept jazyka

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

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) c { number = c; }

@end
```

Práce s objektem, zprávy

- TRIDA *obj = [[TRIDA alloc] init];
  - Třídní metoda alloc, alokace paměti. Pameť 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!

```
@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.

KVC

- Metody valueForKey/setValue:forKey: jsou generovány automaticky, tj. reagují na deklarované properties.
  - [b valueForKey: @"textb"]
  - [b setValue: @"ahoj" forKey: @"textb"]
  - … včetně hierarchie dědičnosti
- Jak do KVC zapadají primitivní DT?
- Jaké může být použití KVC v programech?

KVC, NSNumber

- int, BOOL, long apod. nelze provozovat v KVC (typ id).
- Foundation zavádí abstrakci NSNumber.
- Všechna aplikačně používaná čísla jsou instance NSNumber.
  - @(1), @(3.14), @(YES)
  - Podobně ve Swiftu. Čísla jsou objekty.
- Nutnost i pro kolekce (NSArray apod).

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?

Vlastnictví objektu

- Rozdíl *ukazatel* versus *reference*?
- Objekt A vlastní objekt B.
- Objekt B nemůže žít déle než A.
- Vlastnictví objektu: během destrukce A se dealokuje i B.
- Typičtěji: referenci B chceme v programu předávat (ukládat do kolekcí, předávat při posílání zpráv, vázat na jiné objekty).

Paměť aplikace

- V programu rozlišujeme data organizovaná v:
  - Datovém segmentu aplikace, statická, globální.
  - Dynamicky přidělovaná z haldy (heap, alloc, new, …) — low-memory warning, uvolňování paměti.
  - Dynamicky alokovaná na zásobníku.
- Vztah vznikající: TRIDA *b = [TRIDA alloc];
  - Data reference "b" — paměťové místo.
  - Objekt třídy TRIDA — typicky z heapu.

Proměnná ”TRIDA *b”

- Někdo, kdo si pamatuje adresu cílového obj.
- Je opět v nějakém kontextu vyšší struktury:
  - Je instanční proměnnou objektu (nebo třídní proměnnou třídy).
  - Je lokální proměnnou procedury (tj. na zásobníku).
  - Je globální proměnnou programu.
  - Je prvkem kolekce libovolného typu.

Vlastnictví objektu

- Objekt A vlastní objekt B. S koncem A se dealokuje i B.
  - konstruktor a destruktor
  - Potřebujeme B referencovat i z objektu C.
- Strong/weak reference.
  - strong — provádí dealokaci B, weak — referenci "pouze čte".
- Pořádek ve vlastnictví — největší problém programování.

Reference counting

- Objekt B bude mít *int counter* čítač, kolikrát je referencován.
  - Referencování — inkrementace counter.
  - DEreferencování — dekrement counter.
- Po dosažení counter==0, dealokace.
  - Implementace — okamžitá, odložená (pool).
- Pomohli jsme si?

V C++, Obj-C, Swift, Java …

```
-(void) metoda
{
    TRIDA *b = [[TRIDA alloc] init];
    // konfigurace "b"
    ...
    //
    return;
}
```

Problémy ref-countingu.

- Manuální incr/decr čítače — zodpovědnost programátora (retain/release, autoreleasepool).
  - při volání, noveJmeno — inkrementuje ref-count?
- Paralelizmus — výlučnost přístupu na counter.
- Časová režie — incr/decr.

```
-(void) setJmeno: (NSString *)noveJmeno
{
    [noveJmeno retain];
    [_jmeno release];
    //
    _jmeno = noveJmeno;
}
```

Automatic RefCounting (ARC)

- Automatizuje retain/release a pool.
- Inkrementace:
  - Přiřazení reference,
  - předání ref jako argumentu volání metody (**režie**!).
- Dekrement:
  - Nulování reference.

C++

```
typedef std::shared_ptr<Trida> Trida_ptr;
typedef Trida *Trida_wptr;
//
Trida_ptr _ptr = std::make_shared<Trida>(...);

void metoda(const Trida_ptr &aTrida)
{
    //
    Trida_wptr _wp = &*aTrida;
}
```

Property v ARC

- @property (strong) NSString *jmeno;
- @property (readonly) Document *doc;

Synchronní / asynchronní

- Co znamená synchronní volání?
- Vlákna v programu.
- Řízení běhu programu.
- Všechny časově náročné operace se provádí asynchronně.

```
-(void) akceNaTlacitko
{
    // aktivuj sluzbu jadra
    // napr. nacteni souboru
}

-(void) souborBylNacten
{
    // aktualizuj UI
}
```

Kolekce — kontainery *objektů*

- Základní dělení: *mutable*, *imutable*.
  - NSMutableArray, NSArray.
- Typy kolekcí:
  - Vektor — Array,
  - Množina — Set,
  - Slovník — Dictionary.
- Obj-C kolekce jsou heterogenní.

Závěr

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