Beta 2.0

Full Stack iOS Entwicklung mit Swift

WPF im MIM - WS 17/18

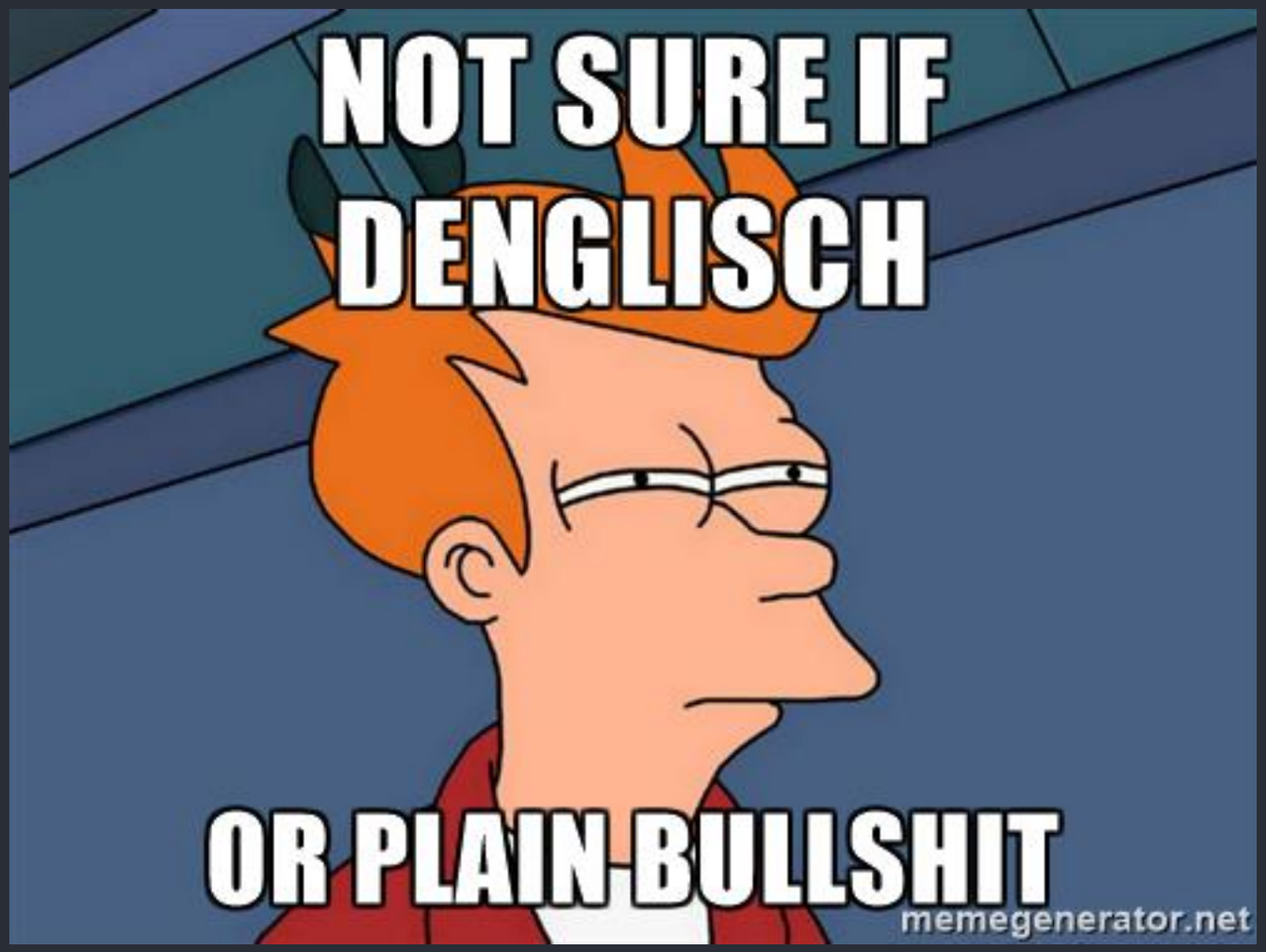
Alexander Dobrynin, M.Sc.

Heute

Swift Programming Language

Structs, Klassen und Enums, Methoden und Properties, Tuples, Optionals
Error Handling, Any und AnyObject, Weitere nützliche Typen
Generics, Funktionen und Closures, Range
Collections, Extensions, Protocols und Extensions
Memory Management

Disclaimer



https://cdn.meme.am/instances/500x/63231968.jpg

Heute

Swift Programming Language

Structs, Klassen und Enums, Methoden und Properties, Tuples, Optionals
Error Handling, Any und AnyObject, Weitere nützliche Typen
Generics, Funktionen und Closures, Range
Collections, Extensions, Protocols und Extensions
Memory Management

Structs, Klassen und Enums

- Die wichtigsten Datenstrukturen in Swift (neben Protocols und Collections)
- Gemeinsamkeiten
  - Deklaration (Keywords sind nur anders)
  - Methoden und Properties
  - Initialisierung
- Unterschiede
  - Semantik
  - Vererbung (class only)
- Value- (struct, enum) und Reference- (class) Type
  - Reference Types werden einmal instanziiert und Leben von dort an im Heap. Danach wird die Referenz des selben Objektes den Variablen zugewiesen und als Parameter übergeben
  - Reference Types tragen zum Automatic-Reference-Counting (ARC) bei
  - Value Types erzeugen bei jeder Zuweisung oder Übergabe eine neue Instanz. Das Kopieren ist ein sehr effizientes copy on write
  - Deshalb müssen Methoden in Structs als mutating deklariert werden, wenn sie das Struct verändern
  - Value Types eignen sich für Funktionale Programmierung, weil sie per se Immutable sind

```
// declarations
class MatchingCardGameController { }
struct MatchingCardGame { }
enum Result { }

let deck: Deck // stored property, struct and class only

var pendingCards: [Card] { // computed property
   set { pendingCards = newValue }
   get { return deck.cards.filter { … } }
}
```

```
var image: Bool { // enum style
   switch self {
      case .J, .Q, .K, .A: return true
      case _: return false
   }
}

mutating func revealCard(at index: Int) -> Result // struct
func revealCard(at index: Int) -> Result // class

Card(suit: suit, rank: rank) // struct – memberwise init
init(suit: Suit, rank: Rank) { } // class – explizit init

Result.pendingWith(card) // enum – init with associated type
Rank.A // enum – init with case
Rank(rawValue: “A") // enum – init with rawValue (String)
```

Structs, Klassen und Enums

- Ein paar Worte zu Enums
  - Der Typ eines Enum Cases kann inferiert werden
  - Jeder Enum Case hat eine Int Repräsentationen (hashValue)
  - Enums können von einem Typen erben, wodurch alle cases eine zusätzliche Repräsentationen des Typen erhalten
  - Zudem erhalten sie eine Init-Funktion vom Obertypen auf den Case zu schließen
  - Jeder Enum Case kann einen assoziierten Wert enthalten, welcher ausschließlich für seinen Case gilt
  - Mit Switch-Case kann man ein Enum vollständig abfragen, wobei jeder Case abgefragt werden muss
  - default und case _ sind die Catch-All's
  - Im Switch-Case können die assoziierten Werten mit let name bekannt gemacht werden

```swift
// enums with String as a type
enum Suit: String {
    case spade = "♠"
    case club = "♣"
    case heart = "♥"
    case diamond = "♦"
}

enum Rank: String {
    case two = "2", three = "3", four = "4", five = "5", six = "6", seven = "7", eight = "8",
nine = "9", ten = "10"
    case J, Q, K, A
}

struct Card { let suit: Suit; let rank: Rank } // given a Card

enum MatchingGameResult { // and an Enum with associated Types
    case pending(Card)
    case match(Card, Card)
    case noMatch(Card, Card)
    case gameOver([Card])
}

let a = Card(suit: .heart, rank: .J)
let b = Card(suit: .club, rank: .two)
let c = Card(suit: .club, rank: .three)

let result1: MatchingGameResult = .pending(a) // draw ‘a' and memorise first card
let result2: MatchingGameResult = .noMatch(a, b) // draw ‘b', no match, too bad
let result3: MatchingGameResult = .pending(b) // draw ‘b’ again and memorise
let result4: MatchingGameResult = .match(b, c) // draw ‘c’, match!
let result5: MatchingGameResult = .gameOver([a]) // later on… game over with ‘a' left

switch drawRandomCard() {
    case .pending(let card):
        print("pending with \(card)")
    case .match(let first, let second):
        print("matched \(first) with \(second)")
    case let .noMatch(first, second):
        print("too bad with \(first) and \(second)")
    case .gameOver:
        print("game over")
}
```

Methoden und Properties

- Methoden
  - Interne und externe Parameternamen
  - Falls nur ein Name angegeben wird, dann ist intern = extern
  - Unterdrücken von externen Namen mit _
  - Idiom: Swift ist eine verbose Sprache, wodurch sich Methoden und Funktionen wie Sätze lesen lassen
- Properties
  - willSet und didSet zum Observieren
  - get und set für Getter und Setter
  - lazy var für Lazy Initialization
- override und final für Vererbung
- open, public, internal, fileprivate, private für Sichtbarkeit

```
func matchingCardGameScoreDidChange(to score: Int) // internal name
.matchingCardGameScoreDidChange(to: 100) // external name

func previousCard(_ previous: Card, isMatchingWith other: Card) -> Bool // _
previousCard(previous, isMatchingWith: card) // suppressed external name

// one name to rule them all
init(numberOfCards: Int)
Deck(numberOfCards: 12)

// sentences all over the place
allCardViews.first(where: { $0.currentTitle == card.desc }
matchedCards.append(contentsOf: [previous, card])
```

```
// property observer
var score: Int = 0 {
   willSet { // implicit parameter `newValue`
      print("setting \(score) to \(newValue)")
   }
   didSet { // implicit parameter `oldValue`
      if score != oldValue {
         delegate?.matchingCardGameScoreDidChange(to: score)
      }
   }
}

// property get & set
var score: Int {
   get { return UserDefaults.standard.integer(forKey: “score") }
   set { UserDefaults.standard.set(newValue, forKey: “score") }
}

// computed property
var facedUp: Bool {
   return currentTitle != nil
}
```

Tuples

- Gruppierung von mehreren Werten als first class type
- Nichts anderes als unnamed structs
- Häufige Verwendung, wenn mehrere Werte zurückgegeben werden
- Achtung: Häufig werden Tuples als Rückgabewert verwendet, weil es einfach und unkompliziert ist, obwohl ein Enum auf semantischer Ebene geeigneter ist (siehe Beispiele unten)

```
// unnamed tuple
let cardWithScore = (Suit.club, Rank.A, 10)
cardWithScore.0 // ♣ string
cardWithScore.1 // A string
cardWithScore.2 // 10 int

// named tuple
let (suit, rank, score) = (Suit.club, Rank.A, 10)
suit // ♣ string
rank // A string
score // 10 int

// examples
// execute the given `request` asynchronously.`completionHandler` is called afterwards
func dataTask(with request: URLRequest, completionHandler: (Data?, URLResponse?, Error?) -> Void) -> URLSessionDataTask

// try to get an image by the given `url` asynchronously. `completion` is called afterwards
func imageBy(url: URL, completion: (UIImage?, URL) -> ()) { … }
```

Optionals

- Ein beliebiger Typ in einem Kontext
- Kontext beschreibt, ob der assoziierte Typ entweder vorhanden (some) oder abwesend (none) ist
- Optional ist ein Enum und first class citizen
- Optional ist ein Monad
- null bzw. nil werden explizit mit einem Typen modelliert
- Unterschiedliche Strategien, um an den Wert innerhalb des Optionals zu kommen
- Konsekutive Optionals können mit Optional Chaining behandelt werden
- Fallbacks Behandlung mit ?? (get or else)

```
enum Optional<T> { // generic over any type
    case some(T) // associated type
    case none // nothing, which is mapped to nil
}

// pattern matching, thanks to enum type
switch previousCard {
    case .some(let card):
    case .none:
}

// both are the same
var previousCard: Card?
var prevCard: Optional<Card>.none

// optional inits
let image: UIImage? = UIImage(named: “back”)

// optional checking
if previousCard != nil {
    // .some(previousCard), go ahead
} else {
    // .none, too bad
}

// safe unwrapping
guard let i = cardViews.index(of: sender) else { return }
if let i = cardViews.index(of: sender) { } else { }

// force unwrapping
game!.delegate = self
allCardViews.first(where: { $0.currentTitle == card.description })!

// drawRandomCard() returns Card?
// flatMap removes nested optionals
let cards = (0..<12).flatMap { _ in drawRandomCard() }

// optional chaining, abort when nil occurs
let maybeWinner = scoreLabel?.text?.contains(“100”)

// get or else
let winner = scoreLabel?.text?.contains("100") ?? false
```

Heute

Swift Programming Language

Structs, Klassen und Enums, Methoden und Properties, Tuples, Optionals
Error Handling, Any und AnyObject, Weitere nützliche Typen
Generics, Funktionen und Closures, Range
Collections, Extensions, Protocols und Extensions
Memory Management

Error Handling

- Ähnlich zu anderen Sprachen, können Methoden in Swift Errors werfen
- Ein Error kann mit throws an die nächste Aufrufende Instanz delegiert werden
- Ein sicherer Umgang mit “throwable Methoden” ist es, diese mit einem try Prefix innerhalb eines do-catch-Blocks auszuführen

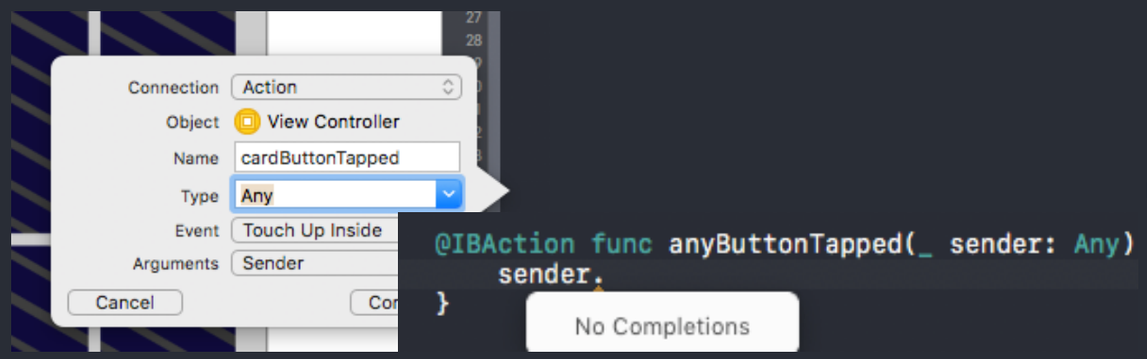
```
// creating a directory can throw, obviously
func createDirectory(at url: URL) throws

// rethrow
init(url: URL) throws {
    try createDirectory(at: url)
}

// try something which can throw and catch the error (safe)
do {
    try createDirectory(at: url)
} catch let error {
    print(error)
}
```

- Ähnlich zu Optionals kann ein try-Aufruf mit try! forciert werden …
- Oder mit try? in ein Optional umgewandelt werden
- Unterschiedliche Errors können mit einem Enum modelliert werden, welches konform zum Error Protokoll ist
- Anschließend kann man im catch-block über den Error Pattern Matchen

```
// force try will crash if it throws an error
try! createDirectory(at: url)

// optional try will return an optional
try? createDirectory(at: url)

// error cases
enum ApiError: Error {
    case emptyData
    case serverError(Error)
}

// given createDirectory throws an ApiError, you can catch those
different error cases
do {
    try createDirectory(at: url)
} catch ApiError.emptyData {
    print(“empty data, sorry”)
} catch let ApiError.serverError(error) {
    print("server error \(request)")
}
```

Any und AnyObject

- Swift ist (im Gegensatz zu Objective-C) eine stark typisierte Programmiersprache
- Aus Gründen der Kompatibilität zu Objective-C gibt es Any und AnyObject als spezielle Typen



- Auf diese Typen kann man keine Methoden, Funktionen und Properties ausführen
- Man muss sie zunächst in einen konkreten Typen konvertieren (Type-Casting)
- Manchmal kann gibt es dennoch den Anwendungsfall, dass ein Argument tatsächlich Any sein kann
  - Sender von Segues
  - Payload von Notifications (userInfo)

```swift
// first, cast any to a certain type in order to perform actions
@IBAction func anyButtonTapped(_ sender: Any) {
    guard let cardView = sender as? CardView else { return }

    cardView.currentTitle
}

// sometimes, something could really be any
func post(
    name aName: NSNotification.Name,
    object anObject: Any?,
    userInfo aUserInfo: [AnyHashable : Any]? = nil
)

NotificationCenter.default.post(
    name: NSNotification.Name("ItemsDidChange"),
    object: self, // for now, self (database) is the sender, but it could be any
    userInfo: [ // same here, userInfo is just an any dictionary. you can post any data
    you want
     "Updated": updated,
     "Existing": existing
    ]
)

// another example is performing a segue
func performSegue(
    withIdentifier identifier: String,
    sender: Any?
)

performSegue(
    withIdentifier: "ShowSettings",
    sender: self // for now, the vc who is calling this function is sender
)
performSegue(
    withIdentifier: "ShowSettings",
    sender: tableView.indexPathForSelectedRow // or the selected cell
)
performSegue(
    withIdentifier: "ShowSettings",
    sender: "something from the storyboard" // or something in the storyboard
)
```

Weitere nützliche Typen

- In Objective-C wurden Typen innerhalb von Modulen (CoreLocation) mit einem identifizierenden Prefix (CL) assoziiert. Der häufigste Prefix ist dabei NS, um sich als Superset von C abzusetzen und damit Objective-C Code zu kennzeichnen

- Auch in Swift Projekten tauchen hin und wieder solche “Prefix-APIs” auf, auch wenn es kein Idiom in Swift, sondern ein Überbleibsel von Objective-C ist. Ist ein entsprechender Typ in Swift verfügbar, beispielsweise NSString -> String, so ist der entsprechende Swift-Typ zu verwenden

- Die einzige Ausnahme sind die Präfixe der Module, wie z.B. UIView, UIImage aus UIKit, was auch als Namespacing dient

- String, NSLocalizedString, NSAttributedString Kein NSString!
- Date, Calendar, DateComponents, Calendar.Component Kein NSDate!
- DateFormatter, NumberFormatter Kein NS*Formatter!
- URL, URLRequest, URLSession, Error, NSError Kein NSURL
- Void, Data
- CLRegion, CLAuthorizationStatus, UNNotificationRequest, UNNotificationTrigger Hier ist es der Modul-Prefix und daher OK

Heute

Swift Programming Language

Structs, Klassen und Enums, Methoden und Properties, Tuples, Optionals
Error Handling, Any und AnyObject, Weitere nützliche Typen
Generics, Funktionen und Closures, Range
Collections, Extensions, Protocols und Extensions
Memory Management

Generics

- Generics sind ein sehr (sehr) mächtiges Konzept von Programmiersprachen und deshalb auch in Swift vertreten
- Generics sollten nur dann eingesetzt werden, wenn sie einen echten Mehrwert bieten…
- Und nicht um sich selbst zu profilieren
- Structs, Klassen und Enums können mit <T> generisch typisiert werden
- Methoden und Properties können ebenfalls generisch typisiert werden
- Generische Typen können durch Constraints (where Klause) konkretisiert werden
- Dadurch kann man bestimmte Properties oder Methoden des generischen Typen voraussetzen
- Oder den Definitionsbereich der Funktion festlegen

```
// generic typed
struct DbRequest<T> {
    let new: [T]
    let deleted: [T]
    let all: [T]
}

enum Result<F, S> {
    case success(value: S)
    case failure(error: F)
}
```

```
protocol UniqueEntity {
    var id: Int { get }
}

// T must to be a valid subtype of `UniqueEntity`
func createOrUpdate<T>(entities: [T]) -> DbRequest<T> where T:
UniqueEntity {
   entities.forEach { entity in
        entity.id // because T is constraint to UniqueEntity,
        which has id: Int as a property, we can use it here
   }
}

// given Array<T>, where T is `Element`, `Element` must be a
valid subtype of CardView
extension Array where Element: CardView {
    func cardViewMatching(card: Card) -> CardView { }
}
```

Funktionen und Closures

- Wir unterscheiden zwischen Funktionen und Methoden
- Funktionen in Swift sind first class citizen
- Alles, was man mit einer Variable machen kann, kann man auch mit Funktionen machen
  Überall, wo man eine Variable verwenden kann, kann man auch eine Funktion verwenden
- Variablen haben einen Namen und einen Typ.
  Funktionen haben auch einen Namen und einen Typ
- Namenlose Funktionen, ƛ, sind Funktionsliterale
  - Funktionsliterale werden über geschweifte Klammern definiert und als solches übergeben
  - Innerhalb der Klammern wird das Pattern “Signatur in Code” verwendet
  - Da Swift eine stark typisierte Sprache ist, wird die Signatur oftmals inferiert
  - Zudem können die Parameternamen mit $0, $1, … $x generalisiert werden oder mit _ unterdrückt werden
- Funktionen können selbst Funktionen zurückgeben oder Funktionen entgegennehmen
- Entspricht die übergebene Funktion exakt der Signatur der erwartenden Funktion, so kann diese direkt als Argument in runden Klammern übergeben werden

```
// functions as a property
var event: Event?
var toString: (Int) -> String
var resolveCategoryIdToName: ((Int) -> String)?

// assign a function to a property
resolveCategoryIdToName = { id: Int -> String in
    return eventCategories.first(where: { $0.id == id })?.name
)

// you can also assign an existing function to a property
func resolveCategoryName(_ id: Int) -> String {
    return eventCategories.first(where: { $0.id == id })?.name
}

let resolveCategoryIdToName = self.resolveCategoryName

// use the function
let name: String = resolveCategoryIdToName?(event.id)


// closures
let capturedValue = “Hey Guys, Closure are pretty fun, don’t they?

let toString: (Int) -> String = { (int: Int) -> String in
    return int.description
}

toString(3) // using closure

let toString: (Int) -> String = { int in return int.description } // shorter
let toString: (Int) -> String = { int in int.description } // shorter
let toString: (Int) -> String = { $0.description } // shorter
let toString: (Int) -> String = { $0.description.appending(capturedValue)} // use capture


struct Student { let name: String } // given …
struct Certificate { let date: Date; let student: Student } // and …

let certificate: (Date) -> (Student) -> Certificate = { date in // closure returns function
    return { student in Certificate(date: date, student: student) }
}

let now = Date() // of type `Date`
let nowCerts = certificates(now) // of type `(Student) -> Certificate`
let customPrint = { (c: Certificate) in print(c) } // of type `(Certificate) -> ()`

["A", "B", “C”]. // Array<String>
    map { s in Student(name: s) }. // Array<String> to Array<Student>
    map { s in nowCerts(s) }. // Array<Student> to Array<Certificate>
    forEach { c in customPrint(c) } // prints (now, A), (now, B) and (now, C)

["A", "B", “C"].map(Student.init).map(nowCerts).forEach(customPrint) // matching signature
```

Funktionen und Closures

- Closures erfassen (capture) den Zustand von Variablen und machen ihn innerhalb der Funktion zugänglich, auch wenn die Funktion erst später ausgeführt wird
- Closures werden häufig verwendet, um zu beschreiben was passieren soll, wenn etwas soweit ist
    - Demnach können Closures erst nach einer bestimmten Zeit aufgerufen werden, obwohl sie unmittelbar übergeben werden
    - Es kann sogar passieren, dass die aufgerufene Funktion, welche die Closure entgegennimmt, den Funktions-Stack schon lange verlassen hat, wenn die Closure aufgerufen wird
        - Solche Closures müssen als escaping deklariert werden. Der Default ist non escaping
- Foundation und andere iOS Libraries/Frameworks verwenden Closures häufig als completionHandler(:)
- Oder um den Inhalt eines generischen Ablaufes von der aufrufenden Instanz spezialisieren zu lassen
- Dadurch wird ausführbarer Code von der aufrufenden Instanz innerhalb der implementierten Funktion aufgerufen
- Ist ein Closure das letzte Argument, kann die Trailing-Closure Syntax verwendet werden
- Zudem kann der Funktionsblock einer Closure Properties mehrzeilig initialisieren. Häufig in Verwendung mit Lazy-Inits

```swift
// one example, where you are able to perform a code block on given actions
let permissionAlert = UIAlertController(
    title: "permission needed",
    message: "\"location - always\" is required in order to continue",
    preferredStyle: .alert
)

let cancelAction = UIAlertAction(
   title: "cancel",
   style: .cancel,
   handler: { action in
    // user tapped “cancel” action, closure is called
    print("user wont give us access to location")
   }
)

let grantAction = UIAlertAction(title: "ok", style: .default) { action in
    // user tapped “ok” action, closure is called
    self.requestLocation()
}

alert.addAction(grantAction)
alert.addAction(cancelAction)

present(permissionAlert, animated: true, completion: { _ in
    // `permissionAlert`, `cancelAction`, `grantAction` and all other
   variables are captured, regardless where defined, thus they can be
   accessed right here
    print(“\(permissionAlert) alert is requested")
})
```

Range

- Range nimmt einen generischen Typen <T> where T: Comparable und baut eine Spanne zwischen lowerBound: T und upperBound: T
- lowerBound muss immer kleiner als upperBound sein, ansonsten gibt es einen Runtime Error
- Über die Spanne kann man anschließend mit high order functions operieren
- Ranges eignen sich beispielsweise
  - um zu überprüfen, ob ein bestimmter Wert zwischen einer Spanne liegt oder
  - um Testdaten zu generieren

```
// give a range of ints …
let numbers: CountableRange<Int> = (0..<100)

// we can apply high order functions
let strings: [String] = numbers.map { i in "\(i)" }
let multipliedByTwo: [Int] = numbers.map { i in i * 2 }
let evenNumbers: [Int] = numbers.filter { i in i % 2 == 0 }
let has10: Bool = numbers.contains(10)
let overlapdsWithRange: Bool = numbers.overlaps((0..<10)

// given following semester dates …
let now = Date()
let semesterStart: Date = …
let semesterEnd: Date = …

// we can check whether we are in the middle of semester
let bool: Bool = (semesterStart..<semesterEnd).contains(now)

// given following group schedules
let groupAStart: Date = …
let groupAEnd: Date = …

let groupBStart: Date = …
let groupBEnd: Date = …

// we can check whether they collide
let collision: Bool =
(groupAStart..<groupAEnd).overlaps((groupBStart..<groupBEnd))

// populate 1000 Cards
let manyCards: [Card] = (0..<1000).map { i in
    Card(suit: Suit.randomOf(i), rank: Rank.randomOf(i))
}
```

Heute

Swift Programming Language

Structs, Klassen und Enums, Methoden und Properties, Tuples, Optionals
Error Handling, Any und AnyObject, Weitere nützliche Typen
Generics, Funktionen und Closures, Range
Collections, Extensions, Protocols und Extensions
Memory Management

Collections

- Swift kennt Array, Dictionary und Set
- Collections sind generisch typisiert, wobei
    - Dictionary<Key, Value> where Key: Hashable und
    - Set<Element> where Element: Hashable sind
- Interessanterweise sind Collections als Structs implementiert
- Zudem implementieren sie unterschiedliche Protokolle (die wiederum Protokolle implementieren), wodurch sie bestimmte Funktionen erhalten, die über alle Collections gleich sind
- Viele dieser Funktionen sind generische high order functions und operieren auf den jeweiligen Collections
- Nahezu alle Funktionen, die high order functions verwenden, sind pure Funktionen
- Das Verwenden solcher Funktionen ist entspricht dem Swift Idiom und wird ausdrücklich empfohlen, weil
    - sehr kluge Ingenieure die Iterationen um die jeweiligen Collections bereits performant und (hoffentlich) fehlerfrei implementiert haben, wodurch man als Benutzer der API lediglich den eigentlichen Inhalt ausdrücken muss
    - der Code von einem selbst nur das beschreibt, was passiert, und nicht wie es passiert
    - bestimmte Probleme plötzlich lösbar erscheinen, die ansonsten nur äußerst mühsam mit viel boilerplate zu lösen sind
    - die Vorteile von puren Funktionen nicht von der Hand zu weisen sind
    - die high order functions dynamisch zur Laufzeit injiziert werden (Strategy-Pattern) können, da die Funktionen eine definierte Signatur haben

Collections

```
// declaring an array of cards
var cards: Array<Card> = []
var cards: [Card] = [
    Card(suit: Suit.club, rank: Rank.A),
    Card(suit: Suit.club, rank: Rank.Q)
]

// appending/inserting cards
let card = Card(suit: Suit.spade, rank: Rank.A)
cards[0] = card
cards.insert(card, at: 0)
cards.append(card)

// iterating
cards.forEach { (card: Card) in }

// declaring a dictionary of cardViews to cards
var dict: Dictionary<CardView, Card> = [:]
var dict: [CardView : Card] = [
    sender: card
]

// insert a value for a unique key
dict[sender] = card

// iterating
dict.forEach { (key: CardView, value: Card) in }

// return all keys/values as an array
dict.keys
dict.values

// there is a lot more to explore by yourself
```

Collections

```
// given Array with `Element`s inside (simplified code)
struct Array<Element> {

    ///     let cast = ["Vivien", "Marlon", "Kim", "Karl"]
    ///     let shortNames = cast.filter { $0.characters.count < 5 } // ["Kim", "Karl"]
    func filter(_ isIncluded: (Element) -> Bool) -> [Element]

    ///     let allCardButtons: [CardView] = …
    ///     let cardToMatch: CardView = …
    ///
    ///     let first = allCardButtons.first(where: { card in
    ///         card.currentTitle == cardToMatch.description
    ///     })
    func first(where predicate: (Element) -> Bool) -> Element?

    func contains(where predicate: (Element) -> Bool) -> Bool

    func forEach(_ body: (Element) -> Void)

    ///     let cast = ["Vivien", "Marlon", "Kim", "Karl"]
    ///     let lowercaseNames = cast.map { $0.lowercaseString } // ["vivien", "marlon", "kim", "karl"]
    ///     let letterCounts = cast.map { $0.characters.count } // [6, 6, 3, 4]
    func map<T>(_ transform: (Element) -> T) -> [T]

    ///     let numbers = [1, 2, 3, 4]
    ///
    ///     let mapped = numbers.map { Array(count: $0, repeatedValue: $0) } // [[1], [2, 2], [3, 3, 3], [4, 4, 4, 4]]
    ///
    ///     let flatMapped = numbers.flatMap { Array(count: $0, repeatedValue: $0) } // [1, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4]
    func flatMap<SegmentOfResult>(_ transform: (Element) -> SegmentOfResult) -> [SegmentOfResult.Iterator.Element] where SegmentOfResult : Sequence

    ///     let possibleNumbers = ["1", "2", "three", "///4///", "5"]
    ///
    ///     let mapped: [Int?] = possibleNumbers.map { str in Int(str) } // [1, 2, nil, nil, 5]
    ///
    ///     let flatMapped: [Int] = possibleNumbers.flatMap { str in Int(str) } // [1, 2, 5]
    func flatMap<ElementOfResult>(_ transform: (Element) -> ElementOfResult?) -> [ElementOfResult]

    ///     let numbers = [1, 2, 3, 4]
    ///     let numberSum = numbers.reduce(0, { x, y in
    ///         x + y
    ///     }) // numberSum == 10
    func reduce<Result>(_ initialResult: Result, _ nextPartialResult: (Result, Element) -> Result) -> Result
}
```

Collections

```
// we can write our own high order functions
extension Array {

    func groupBy<K : Hashable>(key: (Self.Iterator.Element) -> K) -> [K: [Self.Iterator.Element]] {
        var dict: [K: [Self.Iterator.Element]] = [:]

        forEach { elem in
            let k = key(elem)
            if case nil = dict[k]?.append(elem) { dict[k] = [elem] }
        }

        return dict
    }
}
```

```
// one cool thing you can do by combining functions
let atLeastOneMatchWithRanks: Bool = pending.groupBy(key: { card -> Rank in
    return card.rank
}).contains(where: { ranks -> Bool in
    return ranks.value.count >= 2
})

// a more complex example which filter, transform and sort an given array
let transformed: [DateComponents: [Event]] = self.events.filter { event -> Bool in
    guard let date = event.start else { return false }

    return date.isInTheFuture

}.sorted { (l, r) -> Bool in
    return l.start! < r.start!

}.groupBy { event -> DateComponents in
    return calendar.dateComponents([.month, .year], from: event.start!)

}.sorted { (left, right) -> Bool in
    guard let l = calendar.date(from: left.key),
        let r = calendar.date(from: right.key)
    else { return false }

    return l < r
}
```

Extensions

- Extensions erweitern Datenstrukturen wie Structs, Klassen, Enums und Protokolle um Methoden, Funktionen oder Computed-Properties
- Das gilt sogar für Datenstrukturen auf dessen Implementierung man keinen Zugriff hat
- Man kann nichts Überschreiben oder Stored Properties definieren
- Extensions tendieren dazu der goldene Hammer für alle Nägel zu werden. Viele Probleme lassen sich bereits mit guter Objektorientierung lösen
- Zudem lassen sich Extensions nicht “faken” oder “mocken”, da sie unmittelbar an der Implementierung der Datenstruktur hängen und damit auch nicht austauschbar sind
- Ein guter Anwendungsfall für Extensions sind convenience Funktionen / Properties
- Des Weiteren kann man mit Extensions die Sichtbarkeit von Funktionen / Properties steuern

```
extension Array {
    func toDictionary<K, V>(key: @escaping (Element) -> K, value: @escaping (Element) -> V) -> [K: V]

    func forAll(predicate: (Element) -> Bool) -> Bool

    mutating func remove(predicate: (Element) -> Bool) -> Element?
}

extension Dictionary {
    func map<K: Hashable, V>(transform: (Key, Value) -> (K, V)) -> Dictionary<K, V>

    func mapKeys<U>(_ transform: (Key) -> U) -> [U: Value]

    func toArray() -> Array<(key: Key, value: Value)>
}

extension Date {
    var isInThePast: Bool { return timeIntervalSinceNow.isLess(than: 0.0) }

    var isInTheFuture: Bool { return !isInThePast }

    var isAtLeastOneDayAgo: Bool { return timeIntervalSince(Date()).isLessThanOrEqualTo(-(60*60*24)) }

    var isAtLeastOneHourAgo: Bool { return timeIntervalSince(Date()).isLessThanOrEqualTo(-(60*60)) }

    var isWithoutTime: Bool {
        let comps = Calendar.current.dateComponents([.hour, .minute], from: self)

        guard let hour = comps.hour,
            let minute = comps.minute
        else { return true }

        return hour == 0 && minute == 0
    }

    func set(hour: Int, minute: Int = 0, second: Int = 0) -> Date {
        return Calendar.current.date(bySettingHour: hour, minute: minute, second: second, of: self)!
    }

    func set(weekday: Int, hour: Int, minute: Int = 0, second: Int = 0) -> Date {
        let date = Calendar.current.date(bySetting: .weekday, value: weekday, of: self)!
        return date.set(hour: hour, minute: minute, second: second)
    }

    func add(day: Int) -> Date {
        return Calendar.current.date(byAdding: .day, value: day, to: self)!
    }

    func add(month: Int) -> Date {
        return Calendar.current.date(byAdding: .month, value: month, to: self)!
    }
}
```

Protocols und Extensions

- Protocol's in Swift sind ähnlich zu Interfaces in Java
- Sie ermöglichen ein lose gekoppeltes (entkoppeltes) API Design zwischen dem "Caller" und dem "Callee"
- Ein Protokoll ist ein Typ und erhält somit alle Eigenschaften dessen
- Protokolle können Funktionen, Properties und sogar Init-Funktionen definieren und assoziierte Typen enthalten
- Klassen, Structs und Enums können Protokolle implementieren. Man spricht von "zu ihnen konform werden"
- Protokolle selbst können konform zu anderen Protokollen sein, wodurch type mixins modellieren werden können
- Zudem sind Default Implementierungen mithilfe von Protocol Extensions möglich
- Des Weiteren kann man mit Protocol Extensions die generischen Typen der Protokolle auf spezifische Typen einschränken, ähnlich zu den generischen Funktionen
- Auf diese Weise kann eine Algebra auf Typenebene für bestimmte Definitionsbereiche beschrieben und beliebig erweitert werden
- Advanced: Protocol-Oriented Programming

```swift
// a protocol defining a read only property
protocol CustomStringConvertible {
    var description: String { get }
}

extension Card: CustomStringConvertible {
    var description: String { return suit.rawValue.appending(rank.rawValue) }
}

// a protocol defining a function
protocol MatchingCardGameDelegate {
    func matchingCardGameScoreDidChange(to score: Int)
}

// a protocol defining an init function
protocol JsonConvertable {
    typealias Json = [String: Any]
    init?(json: [String: Any])
}

// a protocol with an associated type
protocol Storage {
    associatedtype Item

    func create(item: Item)
    func get() -> Item?
}

extension Storage { // added a default implementation by using both create() and get()
    func createIfNotExisting(item: Item) {
        if let existing = get() { print("already existing") } else { create(item) }
    }
}

struct EventStorage: Storage {
    typealias Item = Event

    func create(item: Event) { }
    func get() -> Event? { }
}

struct CardStorage: Storage {
    typealias Item = Card

    func create(item: Card) { }
    func get() -> Card? { }
}
```

Protocols und Extensions

```swift
// given the following protocols
enum RequestPolicy {
    case full, network, local, memory
}

protocol ModelProvider {
    func requestModel(requestPolicy: RequestPolicy)
}

protocol Networking {
    func request(category: URLCategory, completion: @escaping (Result<Error, [String: AnyObject]>) -> Void)
}

protocol AbstractCRUDStorage {
    func create<T>(entity: T, withKey key: StorageKey, completion: EntityCompletion<T>?)
    func get(entitiesByKeys keys: [StorageKey], completion: @escaping ([Any?]) -> ())
}

protocol UserDefaultStorage {
    func set(date: Date, forKey key: UserDefaultDateKey)
}

protocol DataRequester {
    associatedtype Model: NSCoding

    var networking: Networking { get }
    var storage: AbstractCRUDStorage { get }
    var defaults: UserDefaultStorage { get }
    var parseJson: (JsonObject) -> [Model] { get }
}

// for those who are conforming to both `ModelProvider` and `DataRequester`, these two functions comes for free. relying on `DataRequester` is crucial in order to access
`networking: Networking`, `storage: AbstractCRUDStorage`, `defaults: UserDefaultStorage` and some kind of json parsing
extension ModelProvider where Self: DataRequester {
    typealias Completion = (Result<Error, [Model]>) -> ()

    func modelByBackgroundUpdate(category: URLCategory, storageKey: StorageKey, defaultsKey: DefaultKey, completion: @escaping Completion) {
        networking.request(category: category) { result in
            let transformed = result.map(self.parseJson).sideEffect { model in
                self.storage.create(entity: model, withKey: storageKey) { _ in
                    self.defaults.set(date: Date(), forKey: defaultsKey)
                }
            }

            completion(transformed)
        }
    }

    func modelByLocalStorage(storageKey: StorageKey, completion: @escaping ([Model]) -> ()) {
        storage.get(entitiesByKeys: [storageKey]) { entities in
            let fromDb = entities.first?.flatMap { $0 as? [Model] } ?? []

            completion(fromDb)
        }
    }
}

struct EventService: ModelProvider, DataRequester { } // you can be this guy
```

Heute

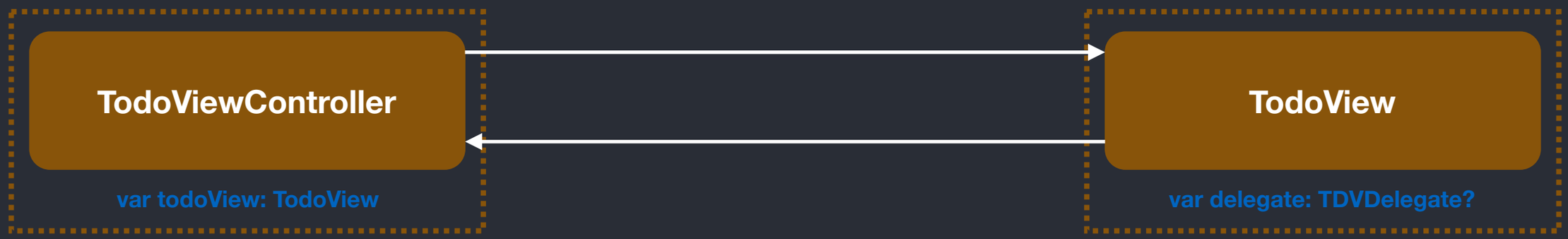
Swift Programming Language

Structs, Klassen und Enums, Methoden und Properties, Tuples, Optionals
Error Handling, Any und AnyObject, Weitere nützliche Typen
Generics, Funktionen und Closures, Range
Collections, Extensions, Protocols und Extensions
Memory Management

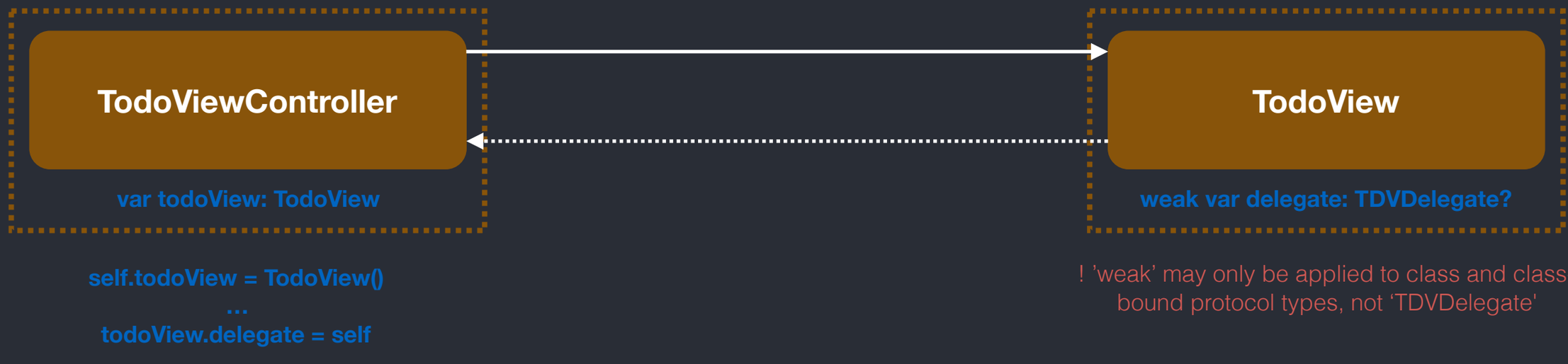
Memory Management

- iOS verwendet keine Garbage-Collection sondern Automatic-Reference-Counting (ARC)
- Reference Types, Klassen, leben im Heap
- Jeder Reference Type zählt seine ausgehenden Referenzen
    - Ist der Zähler 0, deallociert sich das Objekt und verschwindet selbstständig aus dem Heap
    - Der Zähler reduziert sich, indem Referenzen selbst deallociert oder Properties auf nil gesetzt werden
- Das alles passiert automatisch, weil jede Reference Property standardmäßig strong ist. Solange jemand einen starken Pointer zu einem Objekt hat, bleibt das Objekt im Heap
- Man kann ARC beeinflussen, indem man Reference Properties als weak oder unowned kennzeichnet
    - weak und unowned inkrementieren nicht den Reference-Counter
    - weak bedeutet, dass man selbst kein starken, sondern ein schwachen Pointer zum Objekt hält. Ein schwacher Pointer hält das Objekt nicht am Leben. Wenn kein anderer mit einem starker Pointer auf das Objekt zeigt, wird es deallociert und die Referenz auf nil gesetzt. Deshalb sind alle weak var's oder let's immer Optional
    - unowned hat ähnlich zu weak einen schwachen Pointer und hält das Objekt nicht am Leben. Der Unterschied ist, dass die App crashed wenn man auf das Objekt zugreifet, nachdem es deallociert wurde. Das var oder let ist nicht Optional
- Manchmal muss man ARC beeinflussen, um Memory Cycles (auch Retain Cycles) zu verhindern
    - A referenziert B und B referenziert A. Beide halten sich gegenseitig für immer im Heap
    - Das passiert häufig bei Delegation und Closures

Memory Management



Memory Management



Memory Management

```swift
// given any Twitter App, where Tweets will be displayed in TweetCell by showing the user's profile image and his tweet (text)
struct Tweet {
    let text: String
    let userImageUrl: String
}

// downloads image from url in background and returns UIImage when finished
func downloadImage(by url: String, completion: (UIImage) -> ()) {
    // do network stuff off the main thread ...
    let image = UIImage()
    completion(image) // call comepletion when finished
}

class TweetCell: UITableViewCell {
    let profileImageView = UIImageView()
    let tweetTextLabel = UILabel()

    var tweet: Tweet? {
        didSet { updateUI(with: tweet!) }
    }

    private func updateUI(with tweet: Tweet) {
        tweetTextLabel.text = tweet.text

        downloadImage(by: tweet.userImageUrl, completion: { image in // this might take some time
            self.profileImageView.image = image // need to use self here, otherwise this line will not compile
        })
    }
}

// given we are on a bad internet connection but scrolling all the way down. images appear slowly and try to get displayed in `profileImageView`. what if we leave the TweetTableViewController because we want to send direct messages. our TweetTableViewController won't deinit, because some of his cells are still living in the heap. this happens because downloadImage's closure holds a strong reference to `self` while `self', aka the TweetCell, holds the closure

// we need a strong pointer to the closure because we want to yield it's result some day. but we can pass a weak pointer of `self` to the closure to break the memory cycle. when the download completes, the cell (self) might be deallocated, which only happens if TweetTableViewController isn't on screen anymore. at this time we can't (and won't) see the profile picture anyway

    private func updateUI(with tweet: Tweet) {
        tweetTextLabel.text = tweet.text

        downloadImage(by: tweet.userImageUrl, completion: { [weak self] image in // weak self is captured by the closure
            self?.profileImageView.image = image // self is optional now. if we (self) are in the heap, show the image, do nothing otherwise
        })
    }
```

Nächte Woche

Besprechung der Projektideen