УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Марко Вељковић

WIDGETI У IOS СИСТЕМУ

мастер рад

Београд, 2022.

Ментор:

др Милена Вујошевић Јаничић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Математички факултет

Чланови комисије:

др Ана Аниħ, ванредни професор
Универзитет у Београду, Математички факултет

др Лаза Лазић, доцент
Универзитет у Београду, Математички факултет

Датум одбране: 15. јануар 2022.

Наслов мастер рада: Widgeti у iOS систему

Резиме: Widgeti у iOS системима

Кључне речи: анализа, геометрија, алгебра, логика, рачунарство, астрономија

Садржај

1 Увод **1**

2 Програмски језик Swift **2**

2.1 Настанак и развој 2

2.2 Основна намена и карактеристике 3

2.3 Особине 3

2.4 Концепти 7

2.5 Xcode 27

2.6 SwiftUI 29

3 Улога и развој Widget-a **38**

3.1 Основно 38

3.2 Развој Widget-a 39

3.3 Дизајн Widget-a 43

4 Опис апликације **47**

5 Закључак **48**

Библиографија **49**

Глава 1

Увод

Глава 2

Програмски језик Swift

2.1 Настанак и развој

Развој језика започео је Chris Lattner [1] јула 2010. године. Јуна 2014. године објављена је апликација „Apple Worldwide Developers Conference" (WWDC)[2][7], прва апликација написана комплетно у Swift-у. На конференцији исте године представљена је бета верзија језика, „The Swift Programming Language"[**?**] бесплатно упутство и званична веб страница[8]. Прва званична верзија језика, Swift 1.0, постала је доступна 9. септембра 2014. године.

Објављивање апликације писаних у Swift-у на App Store-у постало је могуће од верзије 2.0. Језик је освојио прво место на Stack Overflow[9] анкети за програмере као најомиљенији програмски језик 2015, док је 2016. заузео друго место у истој категорији. Децембра 2015. изворни код језика, подржаних библиотека, дибагер и менаџер пакета постали су отвореног кода, под Apache 2.0 лиценцом, доступни на GitHub-у[3].

На годишњој конференцији 2016. представљена је iPad апликација Swift Playgrounds[4], намењена учењу програмирања у Swift-у. Касније је ова апликација развијена и за MacOS систем.

Током конференције 2019. године представљено је радно окружење SwiftUI[5], које омогућава декларативно програмирање апликација за све Apple платформе.

У време писања рада, последња званична верзија језика је Swift 5.5.

[1] Софтверски инжењер, најпознатији по развоју LLVM технологија, Clang компајлера и Swift програмског језика

[2] Годишња конференција информационоих технологија компаније Apple

2.2 Основна намена и карактеристике

Моћан програмски језик који се лако учи.

Слика 2.1: *Swift лого*

Swift је моћан и интуитиван језик за програмирање апликација намењних Apple OS платформама (iOS, iPadOS, macOS, tvOS, watchOS). Писање кода у Swift-у је забавно и лако, синтакса је веома концизна, али у исто време веома изражајна. Безбедан, брз и интерактиван језик, погодан и за људе који тек почињу са програмирањем. Код писан у Swift-у се преводи и оптимизује тако да извуче максимум из досадашњих хардверских компоненти. Детаљнији опис особина и примери кодирања истих биће дати у наредном одељку.

2.3 Особине

Модеран

Swift је настао као резултат најновијих истраживања програмских језика. Именовани параметри су изражајни, у једноставној синтакси, што код чини лаким за читање и разумевање. Као и у свим модерним језицима, употреба знака тачка-зарез на крају наредби није неопходна и по установљеној конвенцији се ни не пише. претпостављање типова променљивих, чини код чистијим и отпорнијим на грешке. Меморијом се управља аутоматски, коришћењем детерминистичког бројача референци, резултујући минималним коришћењем меморије.

```
1  struct Recept {
2      var ime: String
3      var vremePripreme = 30
4      var sastojci: [String] = []
5      var slika: UIImage
6
7      init(_ name: String) {
8          self.name = name
9      }
10 }
11
12 var recept = Recept("Omlet")
```

Listing 2.1: *Декларација нове структуре, уз приказ иницијализације без навођења конкретног типа*

Уместо структуре могли смо креирати и класу, али је конвенција у Swift-у да се за једноставније структуре користи Struct, а не Class.

```
1  extension Recept {
2      func dodajSastojak(_ sastojak: String) {
3          self.sastojci.append(sastojak)
4      }
5  }
6
7  self.recept.dodajSastojak("2 jaja")
```

Listing 2.2: *Надоградња постојећег типа (класе, структуре)*

Надоградња типа се користи да наше типове одвојимо у смислене целине, на пример наслеђивање неке надкласе или имплементација интерфејса, док истовремено можемо надоградити већ постојеће типове и имплементирати неке наше функције да не бисмо морали имплементирати исту логику више пута у коду. Ограничење код екстензије је да не можемо додавати нова поља и променљиве унутар типа који надограђујемо.

```
1  extension UIImage {
2      func slikaRecepta(_ imeSlike: String) -> UIImage {
3          var image = UIImage(named: imeSlike)
4          var okvirSlike = image.view.frame
5          okvirSlike.width = 50
6          okvirSlike.height = 55
7          image.view.frame = okvirSlike
8          image.backgroundColor = .gray
9          return image
10     }
11 }
12
13 self.recept.slika = UIImage.slikaRecepta(self.recept.ime)
```

Listing 2.3: *Надоīрадња Swift класе*

Многе ствари које нисмо имали прилике да поменемо у овом делу чине Swift тако моћним и модерним језиком, као што су: трансформације коришћењем затварања (енг. closures), моћни генерички типови који се лако користе, функције као грађани првог реда, брза итерација кроз распон или колекцију, tuple и вишеструке повратне вредности функција, енуми, функционално програмирање, уграђене функције за рад са изузецима и многе друге. Неке од њих ће бити детаљније објашњене и приказане кроз примере у одељку 2.4 [6].

Безбедан

У току развијања језика, уложени су огромни напори да би он био што безбеднији. Тако имамо да су промењљиве увек иницијализоване, низови и целобројне промењљиве се увек проверавају да не дође до прекорачења, меморијом се управља аутоматски и још много сличних ствари. Још једна безбедоносна одлика је да Swift објекти подразумевано никада не могу бити *nil*. Swift компајлер ће спречити покушај да се направи или искористи *nil* објекат, избацивањем грешке у време превођења програма. Међутим, постоје случајеви када је коришћење *nil* валидно. За те случајеве, користе се опционе промењљиве[3]. Да би могле да се користе опционе промењљиве, прво морају бити пажљиво одмотане, коришћењем оператора *'?'*.

[3]Промењљиве које уколико немају вредност, су једнаке *nil*

```
1  func tableView(_ tableView: UITableView, cellForRowAt indexPath:
       IndexPath) -> UITableViewCell {
2
3      // Pravimo novu celiju, ili koristimo postojecu
4      let celija = self.tableView.dequeueReusableCell(withIdentifier: "
           receptCelija") as UITableViewCell
5
6      // Ukoliko celija iz nekog razloga nije kreirana, njena vrednost
           ce biti 'nil', i nema potrebe da je dalje menjamo
7      guard let proverenaCelija = celija else {
8          return UITableViewCell()
9      }
10
11     // Ukoliko je tok programa prosao kroz guard, sigurni smo da
           celija nije 'nil' i mozemo je 'odmotati na silu' (eng. force
           unwrap)
12     proverenaCelija.textLabel?.text = self.recepti[indexPath.row].ime
13
14     return proverenaCelija
15 }
```

Listing 2.4: *Коришћење опционе промењиве*

Брз

Од почетка креирања језика, Swift је дизајниран да буде брз. Коришћењем технологије LLVM компајлера, Swift код се трансформише у оптимизовани изворни код, који извлачи највише из модерног хардвера. Синтакса и стандардна библиотека су такође направљени тако да учине да се најочитији начин кодирања извршава најбоље, безобзира на ком је уређају покренут програм. Swift је наследник C i Objective-C програмских језика.

Одличан језик за почетнике

Swift је дизајниран тако да може бити свачији први програмски језик. У циљу подучавања, Apple је направио бесплатан наставни план и програм који може свако користити[2]. Једна од најбољих апликација за почетнике коју може свако користити је Swift Playgrounds[4], апликација намењена iPad уређајима, развијена од стране Apple-a.

Отвореног кода

Playground

Попут Swift Playground iPad апликације, унутар xCode-а[4] постоји Playground одељак који је одличан за почетнике као и за искусније програмере који хоће да испробају део кода или се само мало забаве.

Резултат извршавања ће бити одмах приказан; резултати извршавања могу бити приказани графички, унутар листе резултата или помоћу графа током времена.

Package manager

Swift package manager је више платформски алат за израду, покретање, тестирање и груписање ваших Swift библиотека и извршних датотека. Помоћу пакет менаџера ћете најлакше поделити своје библиотеке и изворне кодове. Конфигурација самог менаџера, као и сам Swift менаџер података, су такође писани у Swift-у, чинећи конфигурацију циљаних извршних датотека и управљање зависностима међу пактима веома једноставним.

Компатибилан са Objective-C-ом

Можете написати целу апликацију у Swift-у, или га користити да само додате нове функционалности у већ постојећи програм. Swift и Objective-C могу узајамно постојати у апликацији, и корисник без проблема може користити делове кода написаног у једном језику унутар другог и обратно, уз само мало додатног подешавања пројекта. [1]

2.4 Концепти

Основе

Swift пружа своје типове основних променљивих, *Int* за целобројне вредности, *Float* и *Double* за бројеве са основом у покретном зарезу, *Bool* за Булове вредности, *String* за текстуалне промењиве, као и три основна типа колекција *Array*, *Set* и *Dictionary* о којима ће бити више речи у делу 2.4 Колекције.

[4]Званично окружење за развијање апликација писаних у Swift-у

Поред ових основних типова који су наслеђени из Objective-C-а, постоје и неколико ново уведених, као што су *Tuples* који омогућују креирање и прослеђивање груписаних вредности, и *Optionals* које смо већ објаснили.

Различите начине декларисања променљивих и константи ћемо најбоље објаснити кроз примере.

```
1 // Deklarisanje konstantne, koriscanjem kljucne reci 'let'
2 let spageteKarbonaraRecept = Recept("Spagete Karbonara")
3
4 // Deklarisanje promenljive uz inicijalizaciju
5 var raspolozivoNovca = 1000
6
7 // Deklarisanje promenljive koriscenjem samo anotacije, vrednost ce
    biti dodeljena kasnije
8 var brojPorcija: Int
9 // Ukoliko ne znamo tacan broj porcija prilikom pravljenja spiska za
    kupovinu, taj broj mozemo dodati kasnije
```

Listing 2.5: *Декларисања променљивих и константи*

Целобројне променљиве могу бити написане у облику децималних, бинарних, октални и хексадецималних бројева.

```
1 let mojiBroj = 25
2 let binarniBroj = 0b11001     // 25 u binarnom obliku
3 let oktalniBroj = 0o31        // 25 u oktalnom obliku
4 let heksadecimalniBroj = 0x19 // 25 u heksadecimalnom obliku
```

Listing 2.6: *Целобројне променљиве*

Tuple група се користи за груписање више типова променљивих, које могу бити било ког типа и група може садржати више различитих типова.

```
1 // Definisanje tuple-a (String, Int)
2 let namirnicaSaCenom = ("Jaja 10 komada", 100)
3
4 // Ukoliko zelimo da pristupimo jednom od clanova ovako definisanog
    tuple-a, mozemo uraditi na sledeci nacin:
5 let namirnica = namirnicaSaCenom.0
6 let cena = namirnicaSaCenom.1
7
8 // Da bismo izbegli ovako neuredan i na prvi pogled nerazuman kod,
    mozemo koristiti drugaciju sinatksu za definisanje tuple-a
9 let urednijaNamirnicaSaCenom = (namirnica: "Jaja 10 komada", cena:
    100)
```

```
10
11 // U ovom primeru definisanja, koristimo Swift pogodnost imenovanja
       promenljivih unutar tuple-a, kojima sada mozemo pristupiti:
12 let urednijaNamirnica = urednijaNamirnicaSaCenom.namirnica
13 let urednijaCena = urednijaNamirnicaSaCenom.cena
```

Listing 2.7: *Tuple*

Assertions

Оператори

Као и у већини програмских језика, постоје три основне врсте оператора:

- Унарни
  - Префиксни унарни оператори (на пример, '-' за бројевне вредности и '!' за логичке)
  - Постфиксни унарни оператори (на пример, '?' и '!' који се користе за опционе промењиве)
- Бинарни
  - Оператор доделе '=', који за разлику од језика C, не враћа повратну вредност
  - Артиметички оператори, '+', '-', '*', '/', '%'
  - Сложени оператори доделе, '+=', '-=', '*=', '/='
  - Оператори поређења, '==', '!=', '<', '>', '<=', '>='
- Тернарни
  Једини тернари оператор који постоји у језику је оператор '?:'

```
1 // Ternarni operator se koristi na sledeci nacin:
2 a ? b : c
3 // Ogranicenja koja moraju vaziti:
4 // Tip izraza ili promenljive 'a' mora biti Bool
5 // Izrazi ili promenljive 'b' i 'c' moraju biti istog, bilo kog,
      tipa
6
7 // Izraz ternarnog operatora
```

```
8  let visinaCelije = celijaImaSliku ? 100 : 50
9
10 // Je zapravo zamena za duzi izraz koji se dobija koriscenjem
       uslovnog grananja
11 let visinaCelije: Int
12 if celijaImaSliku {
13     visinaCelije = 100
14 }
15 else {
16     visinaCelije = 50
17 }
```

Listing 2.8: *Тернарни оператор*

Поред основних оператора, у Swift-у постоје и специјалне врсте оператора

- Оператор 'nil-сједињавања', бинарни оператор који се користи над опционим промењљивима

```
1     var a: Int?
2     if trenutnoVremeUMilisekundama % 2 == 0 {
3         a = 10
4     }
5     // Ukoliko promenljiva 'a' ne sadrzi vrednost, bice jednaka '
          nil' i promenljivoj 'b' bice dodeljena vrednost 5
6     let b = a ?? 5
7
8     // Operator 'nil-sjedinjavanja' bi mogao da se raspise pomocu
          ternarnog operatora:
9     let b = (a != nil ? a! : 5)
```

Listing 2.9: *Тернарни оператор*

- Оператори распона
  - Затвореног распона (a...b), распон од 'a' до 'б' укључујући оба броја
  - Полу-отвореног распона (a..<b), распон од 'a' до 'б' укључујући само 'a'
  - Распони једне стране [a...], распон од 'a' па надаље докле год је то могуће (Ову врсту оператора треба користити опрезно!)

Карактери и стрингови

Стринг је низ карактера, као што је „Здраво, свете". У Swift-у се стрингови представљају помоћу класе String, која омогућава брз, ефикасан и Unicode-компатибилан начин рада са текстом. Како смо то чинили и до сада, креирање и операције са стринговима ћемо приказати кроз конкретне примере

```
1   var prazanString = ""
2   var drugiPrazanString = String()
3   var treciPrazanString: String?
4
5   if !prazanString.isEmpty {
6       prazanString = "Zdravo"
7   }
8
9   // Konkatenacija stringova
10  drugiPrazanString += ", svete"
11
12  // Rad sa karakterima
13  for k in prazanString {
14      print(k)
15  }
16  // Ispisace:
17  // Z
18  // d
19  // r
20  // a
21  // v
22  // o
23
24  // Interpolacija stringova
25  print(\(prazanString) + \(drugiPrazanString) + "!")
26  // Ispisace 'Zdravo, svete!'
```

Listing 2.10: *Операције над стринговима*

Колекције

Swift дефинише три примарна типа колекција: низове, скупове и речнике. Сва три типа су дефинисана као генеричке[5] колекције. Уколико се дефини-

[5]Генерички код омогућава писање флексибилних и поновно искористивих функција и типова; помоћу њих се избегава непотребно дуплирање кода

сана колекција додели промењљивој, она се може мењати (додавање, брисање и измена чланова у њој); међутим уколико се она додели некој константи, манипулација њеним члановима неће бити могућа.

Низови се користе за уређено чување елемената истог типа. Један елемент се може појавити у низу више пута, на различитим индексима.

```
1   // Kreiranje niza sa elementima tipa 'Recept'
2   var recepti: [Recept] = []
3   // Dodavanje novog elementa
4   recepti.append(Recept("Domaca kafa"))
5
6   // Pristupanje prvom clanu niza
7   var prviRecept = recepti[0]
8   // Kreiranje niza sa 3 clana na pocetku, na osnovu clana
        inicijalizacije se zakljucuje da ce elementi biti tipa 'String'
9   var koraci = Array(repeating: "", count: 3)
10
11  // Foreach petlja kojom prolazimo kroz niz uz pamcenje indeksa, i
        ukoliko trenutni indeks postoji u nizu, menjamo element na tom
        indeksu, u suprotnom dodajemo novi element
12  for (index, korak) in prviRecept.koraci.enumerated() {
13      if index < 3 {
14          koraci[index] = korak
15      }
16      else {
17          koraci.append(korak)
18      }
19  }
20
21  // Brisanje prvog clana niza, ukoliko niz nije prazan
22  if !koraci.isEmpty {
23      koraci.remove(at: 0)
24  }
```

Listing 2.11: *Рад са низовима*

Скупови су колекције које не гарантују чување редоследа елемената и у којима један елемент може да се појави највише једанпут. Тип елемента који желимо да додамо у скуп мора бити могуће кодирати[6] (енг. hashable).

[6]Тип мора имати дефинисану функцију за одређивање hash вредности за сваку инстанцу, два елемента могу имати исту hash вредност акко су једнаки

```
1     // Kreiranje skupa sa elementima tipa 'String'
2     var sastojci = Set<String>()
3     // Dodavanje novog elementa
4     sastojci.insert("Mlevena kafa")
5
6     // Dohvatanje broja clanova skupa
7     if sastojci.count == 1 {
8         sastojci.insert("Obicna voda")
9     }
10
11    // Provera da li odredjeni element postoji u skupu
12    if sastojci.contains("Secer") {
13        sastojci.remove("Secer")
14    }
15    else {
16        sastojci.insert("Mleko")
17    }
18
19    var dodatniSastojci = Set<String>()
20    dodatniSastojci.insert("Mleko")
21
22    // Rad sa skupovnim operacijama
23
24    // Unija
25    sastojci.union(dodatniSastojci)
26    // Mlevena kafa, Obicna voda, Mleko
27
28    // Presek
29    sastojci.intersection(dodatniSastojci)
30    // Mleko
31
32    // Razlika
33    sastojci.subtracting(dodatniSastojci)
34    // Mlevena kafa, Obicna voda
35
36    // Disjunktivna unija
37    sastojci.symmetricDifference(dodatniSastojci)
38    // Mlevena kafa, Obicna voda
```

Listing 2.12: *Рад са скуповима*

Речници се користи за чување скупа парова кључ - вредност, без очувања

редоследа. Свака вредност је додељена јединственом кључу, који мора бити погодан за кодирање (енг. hashable). Речници се најчешће користе за чување података којима је могућ брз приступ помоћу одговарајућег кључа.

```
1   // Kreiranje recnika tipa [Int : String]
2   var tipoviHTTPStatusa: [Int : String] = [:]
3
4   // Dodeljivanje recnika promenljivoj 'tipoviHTTPStatusa'
5   tipoviHTTPStatusa = [200: "OK", 201: "Resurs je kreiran", 202: "
        Zahtev je prihvacen"]
6
7   // Dodavanje novog elementa ukoliko ne postoji, odnosno promena
        postojeceg
8   tipoviHTTPStatusa[404] = "Stranica nije pronadjena"
9
10  // Brisanje elementa iz recnika
11  if let izbrisanaVrednost = tipoviHTTPStatusa.removeValue(forKey:
        201) {
12      print("Vrednost izbrisana iz recnika: \(izbrisanaVrednost)")
13  }
14
15  // Razlicite vrste iteracija kroz recnik
16
17  for kod in tipoviHTTPStatusa.keys {
18      // TODO: iteriraj kroz kodove
19  }
20
21  for status in tipoviHTTPStatusa.values {
22      // TODO: iteriraj kroz statuse
23  }
24
25  for (kod, status) in tipoviHTTPStatusa {
26      // TODO: iteriraj kroz elemente
27  }
```

Listing 2.13: *Рад са речницима*

Контрола тока

Наредбе контроле тока које се користе у Swift-у су: *if, guard, switch* и петље: *for-in, while*.

```
1   var recept = Recept("Cezar salata")
```

```
2     recept.sastojci = ["Zelena salata", "Pilece grudi", "Slanina", "
          Paradajz", "Hleb", "Cezar premaz"]
3     // If naredba kondtrole toka
4     var brojSastojaka = recept.sastojci.count
5     if brojSastojaka < 6 {
6         print("Neki sastojak nedostaje")
7     }
8     else if brojSastojaka > 6 {
9         print("Broj sastojaka ne odgovara originalu, ali samo napred,
              eksperimentisi")
10    }
11    else {
12        print("Broj sastojaka je odgovarajuci")
13    }
```

Listing 2.14: *If наредба контроле тока*

```
1     enum Zacin {
2         case vegeta, kari, kurkuma, origano, biber
3     }
4
5     var mojiZacin: Zacin = .vegeta
6
7     // Switch naredba
8     // Za razliku od nekih drugih jezika, u Swift switch naredbi nije
          potrebno eksplicitno navodjenje 'break' naredbe nakon svakog
          slucaja
9     // Uvek ce samo jedan slucaj biti izvrsen
10    switch mojiZacin {
11        case .vegeta:
12            print("Vegeta")
13        case .biber:
14            print("Nije vegeta, nego biber")
15        default:
16            print("Nije vegeta ni biber")
17    }
18
19    // Ukoliko ne navedemo sve moguce slucajeve eksplicitno, moramo
          dodati slucaj 'default', koji ukoliko zelimo da bude prazan
          mozemo ostaviti naredbu 'break'
20    switch mojiZacin {
21        case .origano:
22            print("Moze i to")
```

```
        default:
            break
    }
```

Listing 2.15: *Switch наредба контроле тока*

```
    let sastojci = ["Jaja", "Pecenica", "Maslinovo ulje", "Persun"]
    // For-in naredba
    for sastojak in sastojci {
        print("Potreban sastojak: \(sastojak)")
    }

    let sastojciSaKolicinom = ["Jaja": "3 komada", "Pecenica": "50
        grama", "Maslinovo ulje": "Koliko je potrebno da pokrije tiganj
        ", "Persun": "Prstohvat"]
    // For-in naredba za prolaz kroz recnik
    for (sastojak, kolicina) in sastojciSaKolicinom {
        print("Potreban sastojak: \(sastojak), u kolicini: \(kolicina)
            ")
    }
```

Listing 2.16: *For-in наредба контроле тока*

```
    let nasumicniBrojevi = [3, 12, 5, 18, 11, 99]
    var i = 0
    // While naredba koja iterira kroz niz sve dok je zadati uslov
        tacan
    while i < nasumicniBrojevi.count, nasumicniBrojevi[i] < 15 {
        print("Broj \(nasumicniBrojevi[i] je manji od 15")
        i += 1
        // i++ nije validna naredba u Swift-u
    }

    let nasumicniBroj = nasumicniBrojevi[2] // 5
    // Druga vrsta while petlje je repeat-while petlja
    // Razlika u odnosu na while petlju, je da se u svakoj iteraciji
        prvo izvrsi telo petlje, pa se nakon toga proveri uslov;
        Posledica toga je da ce telo biti izvrseno barem jednom
    repeat {
        print("Zdravo, svete!")
    } while nasumicniBroj != 5 // Uvek netacno
```

Listing 2.17: *While наредба контроле тока*

```
1    //TODO: continue, break, fallthrough, return, throw
```

Listing 2.18: *Додаци наредба контроле тока*

Функције и затворења

Фунцкије су делови кода, који обично имају само једну, специфичну намену. Свака функција је идентификована својим именом које се користи да би се конкретна функција позивала у коду. Поред имена, функција може имати повратну вредност (уколико није дефинисана, подразумевана повратна вредност је *Void*) и пареметре.

```
1    // Definisanje fukncije koja nema povratnu vrednost, i samo jedan
         imenovani parametar
2    func ispisiSastojke(sastojci: [String]) {
3        for sastojak in sastojci {
4            print(sastojak)
5        }
6    }
7
8    let sastojci = ["Jaja", "Sira"]
9    // Pozivanje f-je 'ispisiSastojke'
10   ispisiSastojke(sastojci: sastojci)
```

Listing 2.19: *Дефинисање и позивање функције са параметром*

```
1    // Definisanje funkcije koja ima povratnu vrednost 'Int' i jedan
         neimenovani parametar
2    func izracunajCenu(_ proizvodi[String: Int]) -> Int {
3        int ukupnno = 0
4        for (proizvod, cena) in proizvodi {
5            ukupno += cena
6        }
7        return ukupno
8    }
9
10   let proizvodi = ["Jaja": 10, "Sira": 200]
11   // Kada f-ja ima neimenovane parametre, njihova imena(labele) ne
         navodimo prilikom pozivanja te funkcije
12   let ukupnaCena = izracunajCenu(proizvodi)
```

Listing 2.20: *Дефинисање и позивање функције са повратном вредношћу*

```
1   // Definisanje fukncije koja nema povratnu vrednost, jedan
        imenovani parametar i jedan imenovani parametar (cija se labela
         razlikuje od imena promenljive) sa podrazumevanom vrednoscu
2   func func ispisiSastojkeSaDvaparametra(sastojci: [String],
        ispisati ispisatiCeloIme: Bool = true) {
3       for sastojak in sastojci {
4           if ispisatiCeloIme {
5               print(sastojak)
6           }
7           else {
8               print(sastojak.prefix(3))
9           }
10      }
11  }
12
13  // Iskoristicemo primer niza sastojaka kao za f-ju 'ispisiSastojke
        '
14  // Pozivanje f-je 'ispisiSastojkeSaDvaparametra' prosledjivanjem
        oba paremetra
15  // Ovde mozemo videti da se prilikom poziva f-je, ukoliko je neki
        parametar imenovan, navodi njegova labela
16  ispisiSastojkeSaDvaparametra(sastojci: sastojci, ispisati: false)
17  ispisiSastojkeSaDvaparametra(sastojci: sastojci, ispisati: true)
18
19  // Ukoliko ne navedemo drugi parametar 'ispisati', on ce u f-ji
        imati podrazumevanu vrednost, u ovom slucaju 'true'
20  ispisiSastojkeSaDvaparametra(sastojci: sastojci)
```

Listing 2.21: *Дефинисање и позивање функције са параметрима са подразумеваним вредностима*

```
1   // Definisanje funkcije koja ima povratnu vrednost 'Int' i jedan
        neimenovani parametar
2   func izracunajCenu(_ proizvodi[String: Int]) -> Int {
3       int ukupnno = 0
4       for (proizvod, cena) in proizvodi {
5           ukupno += cena
6       }
7       return ukupno
8   }
9
10  let proizvodi = ["Jaja": 10, "Sira": 200]
```

```
11    // Kada f-ja ima neimenovane parametre, njihova imena(labele) ne
          navodimo prilikom pozivanja te funkcije
12    let ukupnaCena = izracunajCenu(proizvodi)
```

Listing 2.22: *Дефинисање и позивање функције са повратном вредношћу*

```
1     // Definisanje genericke funkcije koja vraca 2 vrednosti
2     func minMax<T>(niz: [T]) -> (min: T, max: T)? {
3         guard !niz.isEmpty else {
4             return nil
5         }
6         trenutniMin = niz[0]
7         trenutniMax = niz[0]
8
9         for element in niz[1..<niz.count] {
10            if element < trenutniMin {
11                trenutniMin = element
12            }
13            else if element > trenutniMax {
14                trenutniMax = element
15            }
16        }
17
18        return (trenutniMin, trenutniMax)
19    }
20
21    let nizBrojeva = [5, 12, -4, 19, -99]
22    let minimumIMaksimum = minMax(niz: nizBrojeva)
23    // Pristupamo povratnim vrednostima po labelama koje se nalaze u
          deklaraciji f-je
24    // Odnosno za minimum: minimumIMaksimum?.min, za maksimum:
          minimumIMaksimum?.max
```

Listing 2.23: *Дефинисање и позивање функције са више повратних вредности*

```
1     // Definisanje genericke funkcije koja prima 2 parametra i
          zamenjuje njihove vrednosti
2     // Osnovna stvar kod definisanja f-je je dodavanje kljucne reci '
          inout' pre tipa parametra za koji zelimo da omogucimo menjanje
          njegove vrednosti u f-ji
3     func zameniDvaParametra<T>(prvi: inout T, drugi: inout T) {
4         var pomocna = prvi
5         prvi = drugi
```

```
6           drugi = pomocna
7       }
8
9       // Moramo proslediti promenljive kao parametre, konstane (let) se
            ne mogu menjati
10      var prviString = "Ja sam prvi"
11      var drugiString = "Ja sam drugi"
12
13      print(prviString + ", " + drugiString)
14      // Bice ispisano: Ja sam prvi, Ja sam drugi
15
16      // Navodimo '&' pre imena promenljive, da naznacimo da njihove
            vrednosti mogu biti promenjene u telu f-je
17      zameniDvaParametra(prvi: &prviString, drugi: &drugiString)
18
19      print(prviString + ", " + drugiString)
20      // Bice ispisano: Ja sam drugi, Ja sam prvi
```

Listing 2.24: *Дефинисање и позивање функције са променљивим параметрима*

Затворења су самостални блокови кода који се могу прослеђивати и користити у коду. Слични су ламбда изразима у другим модерним језицима.

Изрази затворења представљају начин за писање затворења у једној линији (енг. inline), притом пружајући неколико синтаксних оптимизација, у виду кратке форме, разумљивости и изражајности. Показаћемо на примеру Swift метода 'sorted', како се једно затворење може написати на неколико начина, од целе ф-је, па све до само једног карактера.

```
1       func sortirajBrojeve(_ broj1: Int, _ broj2: Int) -> Bool {
2           return broj1 < broj2
3       }
4
5       let nasumicniBrojevi = [2, 10, 5, 18, 100, -11, -25, 55, 72]
6
7       var sortiraniBrojevi = nasumicniBrojevi.sorted(by: sortirajBrojeve
```

Listing 2.25: *Затворење кроз ф-ју*

Синтаксу израза затворења можемо генерално представити као:

```
1 { (parametri) -> tip povratne vrednosti in
2       naredbe
3 }
```

На основу овога, пример са сортирањем бројева можемо написати и овако:

```
1    sortiraniBrojevi = nasumicniBrojevi.sorted(by: { (broj1: Int,
         broj2: Int) -> Bool in
2        return broj1 < broj2
3    })
4
5    // Tipovi promenljivih u zatvorenju nemoraju biti eksplicitno
         navedeni, zato sto se odredjuju na osnovu tipa elemenata niza
         nad kojim se radi
6    sortiraniBrojevi = nasumicniBrojevi.sorted(by: {broj1, broj2 in
         return broj1 <  broj2})
7
8    // Kada u zatvorenju postoji samo jedna naredba, nije potrebno
         navodjenje kljucne reci 'return', povratna vrednost bice
         vrednost izvrsenja te naredbe
9    sortiraniBrojevi = nasumicniBrojevi.sorted(by: {broj1, broj2 in
         broj1 < broj2})
10
11   // Swift omogucava i kratka imena parametara, za pruzanje
         izrazajnije sintakse
12   // Imena su oznacena kao $0, $1... u zavisnosti od broja parametra
          u f-ji
13   sortiraniBrojevi = nasumicniBrojevi.sorted(by: { $0 < $1 })
14
15   // Kada koristimo tipove za koje je vec definisano ponasanje
         prilikom poredjenja, mozemo proslediti samo kako zelimo da
         sortiramo clanove niza
16   sortiraniBrojevi = nasumicniBrojevi.sorted(by: <)
```

Listing 2.26: *Израз затворења за сортирање*

Затворења се могу проследити и као параметри ф-је. Једино ограничење је да затворење мора ићи као последњи параметар ф-је. Најчешћи разлог за овакву употребу затворења је, да би били сигурни да ће се наредбе у затворењу извршити након што се заврши извршавање ф-је. Оваква врста затворења, назива се затворење трага (енг. Trailing closures).

```
1    func ucitajSliku(sa url: URL, completition: (Image?) -> Void) {
2        if let slika = skini("Omlet.jpg", sa: url) {
3            completition(slika)
4        }
5        else {
6            completition(nil)
```

```
7         }
8     }
9
10    ucitajSliku(sa: lokalniUrl) { slika in
11        if let slika = slika {
12            celija.image = slika
13        }
14        else {
15            celija.image.backgroundColor = .gray
16        }
17    }
```

Listing 2.27: *Затворење трага*

Класе и структуре

Класе и структуре су конструкције опште намене које имају своја својства и методе. За разлику од већине других програмских језика, класе и структуре у Swift-у много сличније што се функционалности тиче, па се често за инстанцу класе, као и структуре, користи назив инстанца, уместо уобичајеног, објекат.

У поређењу класа и структура, ствари које се могу радити са обе: дефинисање својстава, дефинисање метода, дефинисање иницијализатора, могу се надограђивати коришћењем проширења (енг. extensions), имплементирати протоколе. Оно у чему се разликују, односно функционалности које поседују само класе су: наслеђивање друге класе, провера типа инстанце у времену извршавања програма, деиницијализација.

Уколико неко својство нема унапред дефинисану вредност, оно мора бити:

- Ако је константно мора бити део иницијализације
- Ако је променљиво, мора бити или део иницијализације или мора бити опционог типа

```
1     // Definisanje strukture
2     struct OkvirPozadine {
3         var visina = 0
4         var sirina = 0
5         var boja: UIColor?
6     }
```

```
7
8     // Definisanje klase
9     class GlavniIzgled {
10        var okvir = OkvirPozadine()
11        var slika: UIImage?
12        var ponovitiSliku = false
13    }
14
15    // Instanciranje strukture
16    let okvir = OkvirPozadine()
17    // Instanciranje klase
18    let glavniIzgeld = GlavniIzgled()
19
20    // Pristupanje clanovima instance je moguce koriscenjem tacka
          sintakse (eng. dot syntax).
21    let okvirGlavnogIzgleda = glavniIzgled.okvir
22    let sirinaOkviraPozadine = okvir.sirina
23
24    // Sve strukture imaju automatski generisane inicijalizatore za
          sva svojstva
25    let maliSiviOkvir = OkvirPozadine(visina: 50, sirina: 50, boja: .
          gray)
```

Listing 2.28: *Дефинисање класе и структуре*

Уколико унутар класе имамо инстанцу неке друге класе, али не желимо да се инстанцирање обави одмах на почетку, већ непосредно пре употребе те инстанце, инстанци можемо додати лењо својство (енг. lazy propertie). Лења својства можемо користити када инстанцирање класе зависи од других параметара који нису познати у тренутку иницијализације главне класе или када инстанцирање може узети много времена и добро је одложити га док не буде апсолутно неопходно (можда у неким случајевима не буде уопште искоришћено).

```
1     class UcitavanjeFajla {
2         var imeFajla = "recepti.txt"
3     }
4
5     class MenadzerPodataka {
6         lazy var ucitavanje = UcitavanjeFajla()
7         var podaci: [String] = []
8     }
```

```
9
10      var menadzer = MenadzerPodataka()
11      menadzer.podaci.append("Prvi podatak")
12      menadzer.podaci.append("Drugi podatak")
13      // U ovom trenutku klasa 'UcitavanjeFajla' i dalje nije
            instancirana
14
15      // Pre izvrsenja f-je 'print', instancira se klasa '
            UcitavanjeFajla'
16      print(menadzer.ucitavanje.imeFajla)
```

Listing 2.29: *Лења својства*

Методе су функције које су везане за одређени тип, било класе, структуре или набрајања (енг. enumerations). Методе инстанце су функције које припадају одређеној инстанци и подржавају функционалности те инстанце.

```
1       class Recept {
2           var ime: String
3
4           // Koriscenjem kljucne reci 'self', naglasavamo da hocemo da
                pristupimo svojstvu klase
5           init(ime: String) {
6               self.ime = ime
7           }
8
9           // Metod koji ispisuje svojstvo 'ime'
10          func ispisiIme() {
11              print(ime)
12          }
13
14          // Metod koji menja svojstvo 'ime', parametrom 'ime'
15          func promeniIme(novo ime: String) {
16              self.ime = ime
17          }
18      }
19
20      var recept = Recept("Bolonjeze")
21      recept.ispisiIme()
22      // Ispisuje Bolonjeze
23
24      recept.promeniIme(novo: "Karbonara")
25      recept.ispisiIme()
```

```
26      // Ispisuje Karbonara
```

Listing 2.30: *Методе*

Као и у свим објектно оријентисаним језицима, и у Swift-у постоји наслеђивање класа. Класа која наследи другу класу, наслеђује сва њена својства и методе које нису дефинисане као приватне, и може их и мењати, односно преписати (енг. override). Свака класа која не наслађује ниједну другу назива се основна класа.

```
1   class Pravougaonik {
2       var sirina = 0
3       var duzina = 0
4
5       func izracunajPovrsinu -> Int {
6           return sirina * duzina
7       }
8   }
9
10  class Kvadrat : Pravougaonik {
11      override func izracunajPovrsinu -> Int {
12          return sirina * sirina
13      }
14  }
```

Listing 2.31: *Наслеђивање класа*

Опционе промењиве и рад са њима

Опционе промењиве смо до сада помињали и објашњавали кроз пар примера. У овом делу ћемо све скупити на једном месту и кроз још неколико примера моћи ћете да стекнете бољи увид у то када се користе, на који начин и како је најбоље радити са њима.

Опционе промењиве се користе у ситуацијама када нисмо сигурни да ли ће промењива имати неку вредност и желимо да избегнемо приступање таквој промењивој јер би дошло до оређених грешака у раду нашег програма (када промењива нема вредност, њена подразумевана вредност је *nil* и са њом се мора пажљиво руковати)

Када желимо да дефинишемо неку опциону промењиву, морамо експлицитно навести ког је типа, након чега иде знак '?', или промењивој доделимо

неку другу променљиву или резултат израчунавања које је већ опционог типа (нпр. конверзија String у Int).

```
var opciona: Int? = 42
var brojUOblikuStringa = "55"
var konvertovaniBroj = Int(brojUOblikuStringa)

// Promenljive 'opciona' i 'konvertovaniBroj' su tipa 'Int?' iliti 'opcioni Int'
```

Listing 2.32: *Дефинисање опционе променљиве*

У неким ситуацијама не можемо радити са опционим променљивима, на пример када их прослеђујемо као параметре неке функције која очекује конкретну вредност, можемо насилно одмотати опциону променљиву и узети вредност која се налази у њој. Да при томе не би дошло до грешке и ми покупили *nil* вредност, постоје два начина за безбедно одмотавање вредности и руковање са *nil* вредностима. Први начин је помоћу услова (if или guard), а други задавањем подразумеване вредности.

```
func saberiDvaBroja(_ prvi: Int, _ drugi: Int) -> Int {
    return prvi+drugi
}

var opcioniBroj: Int? = 42
var broj = 25 // Bez eksplicitnog navodjenja tipa, 'broj' ce biti tipa 'Int'

// saberiDvaBroja(opcioniBroj, broj)
// Bi izbacilo gresku, jer prvi parametar mora biti tipa 'Int'

// 1 nacin koriscenjem if-a
if let raspakovaniBroj = opcioniBroj {
// 'raspakovaniBroj' je tipa 'Int'
    saberiDvaBroja(raspakovaniBroj, broj)
}
else {
    print("Prvi broj nema vrednost, ne moze se sabrati")
}

// 2 nacin koriscenjem if-a
if opcioniBroj != nil {
```

```
22      // 'opcioniBroj' je i dalje tipa 'Int?' pa ga moramo nasilno
            otpakovati
23          saberiDvaBroja(opcioniBroj!, broj)
24      }
25      else {
26          print("Prvi broj nema vrednost, ne moze se sabrati")
27      }
28
29      // 3 nacin koriscenjem if-a
30      guard opcioniBroj != nil else {
31          print("Prvi broj nema vrednost, ne moze se sabrati")
32          return
33      }
34      // 'opcioniBroj' je i dalje tipa 'Int?' pa ga moramo nasilno
            otpakovati
35      saberiDvaBroja(opcioniBroj!, broj)
```

Listing 2.33: *Одмотавање опционе променљиве коришћењем услова*

```
1       func saberiDvaBroja(_ prvi: Int, _ drugi: Int) -> Int {
2           return prvi+drugi
3       }
4
5       var opcioniBroj: Int? = 42
6       var broj = 25 // Bez eksplicitnog navodjenja tipa, 'broj' ce biti
            tipa 'Int'
7
8       saberiDvaBroja(opcioniBroj ?? 5, broj)
9       // Swift automatski pokusava da otpakuje promenljivu 'opcioniBroj'
            i ukoliko nema vrednost, odnosno njena vrednost je 'nil',
            uzece podrazumevanu vrednost, u ovom slucaju broj 5
```

Listing 2.34: *Одмотавање опционе променљиве задавањем подразумеване вредности*

2.5 Xcode

Основно

Xcode је интегрисано развојно окружење (ИРО) развијено од стране Apple-а за macOS системе, и користи се за развој софтвера намењених iOS, iPadOS,

watchOS, tvOS и macOS системима. Прва верзија Xcode-а, објављена је 2003. године, а последња стабилна верзија је Xcode13. Xcode укључује алат командне линије (енг. Command Line Tools, CLT) који омогућава UNIX стил развоја софтвера помоћу терминала.

Овај ИРО се састоји од неколико алата који помажу програмеру приликом развоја апликација за Apple платформе, од креирања апликације, преко тестирања и оптимизације, до прослеђивања на App Store-у. Најзначанији алати који су део Xcode-а су симулатор и инструменти.

Симулатор

Симулатор користимо за тестирање наше апликације у току развоја, уколико код себе немамо одговарајући физички уређај. Тестирање на симулатору у неким ситуацијама може бити и боље, јер можемо одједном да тестирамо апликацију на више различитих уређаја (на пример, различите генерације iPhone телефона, као и различите верзије оперативног система).

Као што смо већ истакли, симулатор је део Xcode-а; инсталира се уз њега, а покреће се и понаша као обична macOS апликација и омогућава симулацију свих уређаја са Apple платформе (iPhone, iPad, Apple Watch, Apple TV). Приликом тестирања могуће је и покретање више симулатора за различите платформе да би се тестирала њихова компатибилност, као на пример сарадња апликације на iPhone-у и Apple Watch-у. Поред овога, још неке погодности које пружа симулатор су: интеракција са апликацијама коришћењем миша и тастатуре, одстрањивање неисправности у апликацији, оптимизација графичког приказа.

Инструменти

Инструменти су моћан алат, део Xcode-а, који служе за анализу перформанси апликације, као помоћ при њеном тестирању, да би се боље разумело понашање апликације и омогућила додатна оптимизација перформанси и њеног понашања. Коришћење инструмената од почетка развијања апликације доприноси раном откривању појединих грешака и олакшава њихово решавање. Неке од функција које инструменти омогућавају су:

- Истраживање понашања апликације или процеса

- Испитивање карактеристика специфичних за уређаје, као што су Bluetooth у Wi-Fi
- Профајлирање апликације у симулатору или на физичком уређају
- Анализа перформанси апликације
- Проблеми са меморијом
  - Цурење меморије
  - Напуштена меморија (енг. abandoned memory)
  - Зомби објекти, деалоцирани објекти који се још увек чувају
- Оптимизовање апликације ради боље енергетске ефикасности

2.6 SwiftUI

Уопштено

SwiftUI је радно окружење које служи за израду апликација са одличним графичким приказом, погодних за све *Apple* платформе, користећи моћ *Swift-a*, са што мање кода. Омогућава нам креирање још бољих и разноврснијих апликација уз само један скуп алата и програмског интерфејса апликације (енг. Application Programming Interface, API).

Основна структура

У склопу овог радног окружења добијамо велики број погледа (енг. views), контрола и распоредних структура (енг. layout structures) који нам помажу приликом израде корисничког интерфејса апликације. Уз то имамо и алате за управљање током података од модела до погледа и контролера, које корисник види и може интераговати са њима преко додира, гестова и других типова улазних података у апликацији који се обрађују помоћу обрађивача догађаја.

Структура апликације се дефинише преко *App* протокола и попуњава се сценама које садрже погледе чији скуп чини кориснички интерфејс апликације. Уз *SwiftUI* можете направити и нове погледе, једини услов је да тај поглед мора имплементирати *View* протокол. Након тога свој нови поглед

можете комбиновати са другим, корисничким или погледима радног окружења, као што су текстуална поља, слике и многи други да бисте направили комплексније погледе који ће бити погодни за све кориснике ваше апликације.

Карактеристике

Основна ствар која издваја *SwiftUI* од *UIKit-a* је другачија програмска парадигма, конкретно декларативна синтакса. Више о разликама ова два радна окружења биће описано у поглављу 2.6 - Разлика SwiftUI и UIKit.

Декларативна синтакса омогућава програмерима да што једноставније опишу понашање корисничког интерфејса. Код је много једноставнији за читање и разумевање, као и за писање, чиме је обезбеђена значајна уштеда времена приликом писања новог кода и одржавања већ постојећег.

```
1   // Ucitavanje SwiftUI radnog okruzenja
2   import SwiftUI
3
4   // Pravimo strukturu koja ce sadrzati glavni pogled
5   struct Content : View {
6
7       // Definisanje promenljive 'recepti', vise o modifikatoru '
            @State' u poglavlju '2.6 - Stanje i tok podataka'
8       @State var recepti = RecepModel.listaRecepata
9
10      // Definisanje tela pogleda
11      var body: some View {
12          // Izlistavanje svih recepata kroz tabelu, uz odgovarajucu
                akciju prilikom klika na neku celiju
13          List(recepti.stavke, action: recepti.izabranaStavka) {
                recept in
14              // Prikaz slike
15              Image(recept.slika)
16              // Definisanje vertikalnog skupa elemenata, uz vodece
                    poravnanje
17              VStack(alignment: .leading) {
18                  // Prikaz teksta
19                  Text(recept.ime)
20                  // Prikaz teksta sive boje
21                  Text(recept.vremePripreme)
22                      .color(.gray)
23              }
```

```
24                }
25            }
26        }
```

Listing 2.35: *Пример SwiftUI кода*

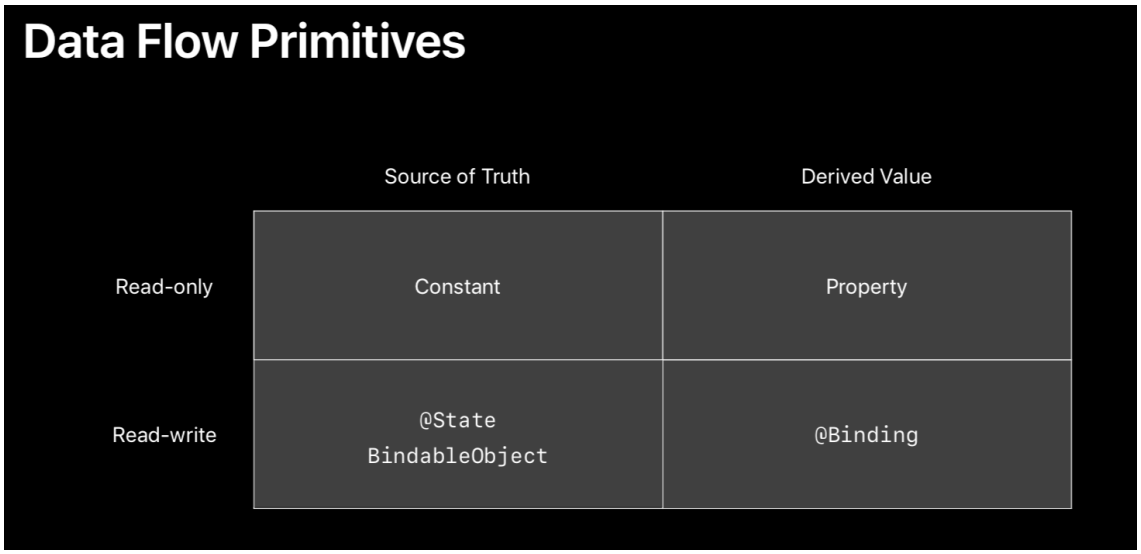
Стање и ток података

Декларативно програмирање омогућује да се за погледе вежу одговарајући модели података. Када год се неки од података промени, *SwiftUI* аутоматски поново учита све погледе за који су промењени подаци везани и прикаже их кориснику, тако да програмер не мора да брине и о томе. Ово се постиже променљивим стањима и везивањем, чиме се подаци везују за конкретне погледе. Овиме се остварује једини извор истине[7] (енг. single source of truth, SSOT) за све податке, и олакшава одржавање тачности података у сваком тренутку.

У зависности од конкретне потребе у тренутној ситуацији, постоји више начина за остваривање јединог извора истине, а то су:

- *State* - Омогућава локално управљање стањем корисничког интерфејса
- *BindableObject* - Користећи *ObservedObject* омотач својства, можемо приступити спољашној референци на модел података који имплементира *ObservableObject* протокол. Уколико је променљива смештена у спољашње окружење, можемо јој приступити користећи *EnvironmentObject* омотач својства. Ако желимо да инстанцирамо посматрајући (енг. observable) објекат директно у погледу, користићемо *StateObject*
- *Binding* - Користи се за дељење референце на једини извор истине
- *Environment* - Подаци сачувани у *Environment-y* се могу делити кроз целу апликацију
- *PreferenceKey* - Прослеђивање података уз хирархију погледа, од детета ка родитељу
- *FetchRequest* - Управљање трајним подацима који се чувају унутар *Core Data*

[7]Једини извор истине је начин структуирања информационих модела и шеме података тако да се сваки податак обрађује и мења на само једном месту



Слика 2.2: *Различити омотачи података*

```
1   struct Recept: View {
2       var recept: ReceptPodatak
3       @State private var daLiJeOmiljen: Bool = false
4
5       var body: some View {
6           VStack {
7               Text(recept.ime)
8               // 'OmiljenRecept' je pogled koji sadrzi zvezdicu koja
                    oznacava da li je recept medju omiljenima (puna
                   zvezdica - jeste, prazna - nije)
9               // Prosledjivanjem promenljive 'daLiJeOmiljen' uz
                   prefiks '$' omogucava se promena promenljive '
                   daLiJeOmiljen' u pogledu 'OmiljenRecept'
10              OmiljenRecept(daLiJe: $daLiJeOmiljen)
11          }
12      }
13  }
```

Listing 2.36: *Омотачи података - State*

```
1   struct Recept: View {
2   // Promenljiva 'isPlaying' je definisana u jednom pogledu, a moze
       se menjati u drugom
3   var recept: ReceptPodatak
4   @Binding var daLiJeOmiljen: Bool
```

```
5
6       var body: some View {
7           Button(action: {
8               // Akcija dugmeta koja menja promenljivu 'daLiJeOmiljen'
9               self.daLiJeOmiljen.toggle()
10          }) {
11              // Provera promenljive 'daLiJeOmiljen' i prikaz
                    odgovarajuce slike
12              Image(systemName: daLiJeOmiljen ? "star.fill" : "star.
                    empty")
13          }
14      }
15  }
```

Listing 2.37: *Омотачи података - Binding*

```
1       struct Kulinarstvo_widgetEntryView : View {
2       var entry: Provider.Entry
3
4       // Citamo podatke za 'widgetFamily' iz okruzenja aplikacije (eng.
            Environment) i smestamo ih u promenljivu 'widgetFamily'
5       @Environment(\.widgetFamily) var widgetFamily
6
7       @ViewBuilder
8       var body: some View {
9           // U zavisnosti od promenljive 'widgetFamily' prikazujemo
                odgovarajuci widget
10          switch widgetFamily {
11          case .systemSmall:
12              RecipeView(recipe: entry.recipe)
13                  .widgetURL(entry.recipe.url)
14          case .systemMedium:
15              RecipeMediumView(recipe: entry.recipe, ingredients: entry.
                    recipe.ingredients.count > 3 ? Array(entry.recipe.
                    ingredients.dropLast(entry.recipe.ingredients.count -
                    3)) : entry.recipe.ingredients)
16          default:
17              Text("")
18          }
19      }
20  }
```

Listing 2.38: *Омотачи података - Environment*

Разлика SwiftUI и UIKit

UIKit и *SwiftUI* су радна окружења развијена од стране *Apple-a*, а који нам помажу приликом израде корисничког интерфејса апликације.

Генерално, највећа разлика између ова два радна окружења је у начину размишљања, како доћи до решења и како то решење касније имплементирати. Ову разлику ћемо најбоље показати на једном конкретном примеру; Форма за пријављивање на неки сајт, креирање вертикалног скупа елемената, хоризонтално и вертикално центрираних у том скупу, а скуп ће се састојати од два текстуална поља(за корисничко име и лозинку) и дугмета(са акцијом провере података).

Са *UIKit-ом* морамо водити рачуна о свим ситним детаљима као што су: креирање вертикалног скупа елемената, његово додавање у главни поглед, креирање текстуалног поља, додавање текстуалног поља у скуп елемената, додавање аутоматског ограничења распореда како бисмо центрирали текстуално поље, понављање поступка за друго текстуално поље и поновно понављање поступка за дугме.

За разлику од тога, као што смо напоменули, *SwiftUI* се базира на декларативном начину програмирања, и овде је довољно да наведемо да желимо да групишемо два текстуална поља и дугме у вертиклани скуп елемената и у ком погледу желимо да се прикажу. Све ситне детаље ће радно окружење одрадити уместо нас онако како је то уобичајено дефинисано. Наравно не морамо се придржавати свих детаља које окружење одради, већ их можемо, по потреби, и сами мењати.

Уколико сагледамо архитектуре образаца, можемо приметити да се *UIKit* првенствено базира на *MVC*[8] обрасцу, док за разлику од њега, *SwiftUI* користи *MVVM*[9] образац.

Креирање корисничког интерфејса у *UIKit-y* коришћењем само *Swift* кода је веома компликовано, и за веће пројекте готово немогуће, јер се мора водити рачуна о сваком детаљу. Најчешћи начин израде корисничког интерфејса је коришћењем *Storyboards-a* i *Interface Builder-a*, помоћу којих програмер кре-

[8]Архитектурни образац Модел-Поглед-Контролер (енг. Model-View-Controller) који се заснива на подели на три целине, модел - структура података, поглед - приказ података у корисничком окружењу, контролор - управљање моделом

[9]Архитектурни образац Модел-Поглед-Модел погледа (енг. Model-View-ViewModel) који се заснива на подели на три целине, модел - структура података, поглед - приказ података у корисничком окружењу, модел погледа - стање података у моделу

ира кориснички интерфејс превлачењем, спуштањем и конфигурацијом елемената. У *SwiftUI-y* се кориснички интерфејс изграђује помоћу *Swift* кода. Једноставно изјаснимо се шта желимо да направимо и радно окружење то уради за нас. Да би процес креирања био бржи и приступачнији, од верзије *Xcode-a* 11, која је изашла у исто време када је представљен *SwiftUI*, постоји могућност прегледа уживо сваког појединачног погледа који смо креирали или скупа више погледа одједном. О овоме ће бити више речи у поглављу 2.6 - Xcode - преглед уживо.

За заинтересованије читаоце, постоји могућност комбиновања два радна окружења и коришћење *SwiftUI-a* унутар *UIKit* кода, или обратно, али ово остављам читаоцима да сами истраже како се то може постићи.

Xcode - преглед уживо

Са представљањем *SwiftUI-a*, *Apple* је представио и нову верзију њиховог ИРО-а, *Xcode11*, у коме је додато својство рада у новом радном окружењу као и могућност прегледа уживо сваког погледа.

Предност оваквог начина писања кода је пре свега у могућности брзог прегледа измена кода и то без поновног обнављања (енг. rebuilding) апликације, поготово уколико радимо на додавању или измени погледа који се налази дубоко у навигацији апликације и за који нам је потребно више кликова и/или превлачења да бисмо до њега дошли.

Преглед уживо нам још може помоћи да и у *SwiftUI-y* користимо метод превлачење и пуштање за креирање корисничког интерфејса, који се разликује од претходног који смо користили унутар *Storyboard-a*, јер сваки елемент превлачимо у део где пишемо код и када га испустимо тај елемент постане део нашег кода.

Да бисмо омогућили коришћење приказа уживо постоје пар ствари које морамо претходно одрадити и оне ће бити приказане у коду.

```
1  // Strukturu 'PlaceholderView' koristimo za prikazivanje jednog od
       elemenata(u ovom slucaju prvog) iz liste u pregledu uzivo, sa
       podrazumevanim podacima
2  struct PlaceholderView : View {
3      var body : some View {
4          Kulinarstvo_widgetEntryView(entry: SimpleEntry(date: Date
               (), configuration: ConfigurationIntent(), recipe:
               RecipeModel.testData[0]))
```

```
5         }
6     }
7
8     // Struktura u kojoj konfigurisemo prikaz uzivo, mora
          implementirati protokol 'PreviewProvider'
9     struct Kulinarstvo_widget_Previews: PreviewProvider {
10        static var previews: some View {
11            // Ukoliko zelimo vise prikaza odjednom, to mozemo uciniti
                  tako sto cemo ih smestiti u jednu grupu
12            Group {
13                // Prikaz malog widget-a sa prvim elementom iz liste
14                Kulinarstvo_widgetEntryView(entry: SimpleEntry(date:
                      Date(), configuration: ConfigurationIntent(),
                      recipe: RecipeModel.testData[0]))
15                    .previewContext(WidgetPreviewContext(family: .
                          systemSmall))
16
17                // Prikaz srednjeg widget-a sa skrivenim sadrzajem,
                      koji sluzi za prikaz widget-a bez konkretnog
                      sadrzaja, na primer kako bi widget izgledao dok se
                      podaci ucitavaju
18                PlaceholderView()
19                    .previewContext(WidgetPreviewContext(family: .
                          systemMedium))
20                    .redacted(reason: .placeholder)
21            }
22
23        }
24    }
```

Listing 2.39: *Xcode - преглед уживо*

Након сваке измене коју направимо у коду који је везан за поглед(е) који се налази у прегледу уживо, *Xcode* ће изнова направити нову верзију и покренути је у прозору за преглед уживо. Као што смо видели у примеру кода изнад, преглед уживо не мора приказивати само један поглед, већ можемо груписати колико год желимо различитих погледа и све их приказати одједном. Предност оваквог приступа је могућност истовременог прегледа, старог и новог изгледа погледа, више величина *widget-a*, истих погледа са светлом и тамном бојом позадине, погледа на различитим језицима...

Ко жели више да истражи о овој теми, препоручујем да одгледа два од-

лична клипа са *Apple-ове* конференције за програмере из 2019. и 2020. године респективно. Клипови су: *'Mastering Xcode Previews'* и *'Structure your app for SwiftUI previews'*.

Глава 3

Улога и развој Widget-а

3.1 Основно

Widget-u на уређајима са *Apple* платформом узимају један од кључних делова апликације за коју је развијени и приказују га крајњим корисницима тамо где ће га најлакше уочити, на *iPhone-y* и *iPad-y* се може налазити на почетном екрану или у делу *Today View-a*, док се на *Mac* уређајима налазе у центру за нотификације.

Величина *widget-a* није флексибилна као на *Android* уређајима, па тако постоји могућност креирања малих (величина 2x2 места на почетном екрану *iPhone-a*), средњих (2x4), великих (4x4) и од верзије *iPadOS15* екстра великих (4x8), само за *iPad* уређаје, *widget-a*.

Скуп свих тренутно доступних *widget-a* на уређају налази се у галерији *widget-a* (енг. widget gallery), која помаже корисницима приликом одабира конкретне величине и типа *widget-a* (Једна апликација може испоручити више типова *widget-a* исте величине). Унутар галерије такође постоји опција за измену *widget-a*, у којој корисници могу да контролишу и мењају своје *widget-e*, и тиме их што више прилагоде себи, али само уколико је то у току конструисања *widget-a* од стране програмера то омогућено. Више речи о овоме биће у делу 3.2 - Развој Widget-а.

На *iOS* и *iPadOS* системима, галерија има могућност додавања паметних гомила (енг. smart stack), који могу садржати до 10 различитих *widget-a* исте величине. Паметна гомила приказује само један од *widget-a* који се налазе у њој. Корисник може сам да мења који ће *widget* бити приказан једноставним померањем (енг. scrolling). Временом, паметна гомила може научити који

widget корисник ставља на почетак гомиле у току дана (или недеље) и сама мењати примарне *widget-е* у одређеном тренутку (на пример, након гашења аларма, прво се приказује *widget* са временском прогнозом, па најновије вести, гужва у саобраћају...)

Siri[1] може и сама додати *widget-е* у паметну гомилу, уколико претпостави да постоји неки *widget* који би кориснику био користан. Након тога, корисник сам одлучује да ли жели да новододати *widget* остане у паметној гомили или не.

WidgetKit

WidgetKit је радно окружење, које уз *widget API* из *SwiftUI-а* служи за израду *widget-а*, од његовог изгледа, преко временског ажурирања па све до омогућавања конфигурације *widget-а* од стране крајњих корисника и управљања паметном гомилом приликом ротације *widget-а* од стране самог система.

Још једна ствар коју ово радно окружење пружа је повезивање апликације и самог *widget-а*, што омогућава кориснику да отвори апликацију и аутоматски оде на одговарајући поглед из *widget-а* када жели да види детаљније податке. Пажња код ових ствари је да *widget* не би смео да служи само као пречица за покретање апликације, више о томе биће објашњено у делу 3.3 - Дизајн Widget-а.

3.2 Развој Widget-а

Widget је ништа друго до заправо само један *SwiftUI* поглед. *Widget-и* су тренутно једини део *Apple* оперативних система који у потпуности морају бити написани коришћењем *SwiftUI* радног оквира. *Apple* је отпочетка развоја *widget-а* имао на уму овакву идеју, због начина приказивања података, повременог ажурирања података и немогућности корисничке интеракције са самим *widget-има* (осим једноставног клика којим се отвара одређени део аплиакције).

Додавање *widget-а* у апликацију и његово конфигурисање је веома лако и биће приказано по ставкама у наставку ове секције.

[1]Интелигентни лични асистент на уређајима са *Apple* платформом

Додавање widget додатка у апликацији

Шаблон за *widget* додатак креира основне ставке потребне за његову израду. Унутар овог додатка се креирају сви потребни *widget-и* за апликацију, не зависно од њиховог броја и величине. У посебним ситуацијама, различити *widget-и* могу бити одвојени у посебним додатцима, ово се најчешће односи када један тип *widget-а* захтева одређене дозволе од стране корисника, док за други тип оне нису потребне (на пример, приступ тренутној локацији корисника).

Кораци за креирање *widget* додатка:

1. Отворити пројекат у *Xcode-u* и изабрати *File -> New -> Target*
2. Из групе *Application Extension*, изабрати *Widget Extension* и кликнути *Next*
3. Унети име додатка
4. Уколико ће *widget* подржавати конфигурацију од стране корисника, штиклирати поље *Include Configuration Intent*
5. Кликнути на *Finish*

Додавање детаља конфигурације

Као што смо већ рекли, шаблон *widget* додатка пружа иницијалну имплементацију *widget-а* која имплементира *Widget* протокол. Два могућа начина конфигурације *widget-а* су статичка (енг. StaticConfiguration) и конфигурација са сврхом (енг. IntentConfiguration). Статичка конфигурација се користи за *widget-е* који немају параметре који могу бити конфигурисани од стране корисника (на пример, системска апликација *Screen time* која води статистику о времену проведеном на одговарајућем уређају). Конфигурација са сврхом се користи за *widget-е* чији одређени параметри могу бити конфигурисани од стране корисника (на пример, системаска аплиакција за временску прогнозу, где корисник може наместити одређени град за који жели да добија податке). Ова конфигурација ће бити укључена и конфигурациони фајл ће бити додат уколико је корисник приликом додавања *widget* додатка, штиклирао поље *Include Configuration Intent*.

Да би програмер спровео почетну конфигурацију *widget-a* потребно је да проследи следеће параметре:

- Тип (енг. Kind), стринг који идентификује *widget*, требао би да казује шта *widget* представља
- Снабдевач (енг. Provider), објекат класе која имплементира *TimelineProvider* протокол и кроз временску линију коју проиводи одређује у ком тренутку ће *widget* бити поново изрендерован и нови подаци бити приказани. Више о овом протоколу и свеукупној причи о временој линији у делу 3.2 - Временска линија
- Затворење садржаја (енг. Content Closure), затворење које садржи *SwiftUI* поглед и које *WidgetKit* позива када дође време за поновно рендеровање садржаја *widget-a*
- Прилагођена сврха (енг. Custom Intent), фајл који дефинише параметре које корисник може мењати и прилагођавати себи. Више о овоме: 3.2 - Intent

Временска линија

Снабдевач временске линије генерише временску линију која се састоји од уноса (енг. entries), а сваки унос садржи датум и време када је потребно ажурирати садржај *widget-a*. Када се датум и време из уноса подударе са реалним временом, *WidgetKit* позива затворење садржаја које потом приказује ажуриране податке.

Да би *widget* био приказан у *widget* галерији, *WidgetKit* захтева од снабдевача преглед снимка (енг. Preview snapshot). Дохватање прегледа снимка се разрешава провером променљиве *isPreview* којом се проверава да ли снабдевач прегледа снимка шаље тренутни снимак за приказ у галерији или за приказ *widget-a* на почетном екрану (или *Today* погледу, или центру за обавештења). Када је параметар *isPreview* тачан, *widget* се приказује у галерији. Уколико за приказ *widget-a* треба да буду приказани и одређени подаци, а подаци нису пристигли са серверске стране, постоје два решења. Можемо приказати подразумеване, унапред одређене податке, или можемо користити податке које чувају место правим подацима (енг. placeholder).

Када пристигну подаци са сервера, снабдевач добија обавештење, сакупља

реалне податке и приказује *widget* са њима.

Након што корисник дода *widget* на почетни екран и буде приказан иницијални снимак изгледа *widget-a*, *WidgetKit* позива функцију *getTimeline* из провајдера, чиме захтева временску линију.

Intent

Widget-i предтављају погледе који не интерагују са корисницима, односно не подржавају интерактивне елементе, као што су *scroll* поглед и *switch* дугме. Уколико желимо да допустимо једну врсту интеракције корисника са *widget-ом* можемо омогућити конфигурацију *widget-a* од стране корисника, коришћењем *Intent* конфигурације, у којој наводимо све параметре које корисник може да промени (и дозвољене вредности за те параметре).

Да би додали параметре које корисник може да конфигурише, постоје предуслови које морамо испунити:

- Додавање дефиниције *intent-a*, који дефинише конфигурабилне параметре
- Коришћење *IntentTimelineProvider* протокола за провајдера временска линије, уместо *TimelineProvider*, да би конфигурација параметара од стране корисника била сачувана у уносима временске линије
- Уколико параметри зависе од динамичких података, потребно је имплементирати екстензију *intent-a*

Везе унутар *widget-a*

Једини начин директне комуникације између корисника и *widget-a*, остварена је везама (енг. links) унутар *widget-a*. Када корисник кликне на *widget* отвара се апликација којој тај *widget* припада, и можемо конфигурисати који део апликације желимо да прикажемо кориснику у зависности од елемента унутар *widget-a* на који је корисник кликнуо.

Свим величинама *widget-a* може бити додат *widgetURL(_:)* модификатор, којим се одређује у који део апликације ће корисник бити одведен када кликне на *widget*.

За све величине *widget-a*, осим малих, могу се користити и везе које су додате једном елементу унутар *widget-a* и којим је одређено место у апликацији

које ће бити отворено (на пример, један *widget* средње величине, који садржи листу са 3 рецепата, сваки елемент листе има везу која води ка детаљној страни о рецепту који тај елемент представља). Иако *widget* користи везе унутар својих елемената, може користити и модигикатор *widgetURL(_:)* из претходног примера. Овај модификатор ће бити активиран уколико корисник кликне на елеменат у *widget-y* који нема дефинисану везу.

Више *widget-а* у једном проширењу

Уколико желимо да користимо више различитих типова *widget-а* у једном проширењу, то можемо лако урадити уз само пар измена главног дела проширења, означеног атрибутом *@main*.

```
1   @main
2   // Umesto protokola 'Widget', koristimo 'WidgetBundle'
3   struct ReceptiWidgets: WidgetBundle {
4       // Definisemo atribut '@WidgetBundlerBuilder'
5       @WidgetBundleBuilder
6       // Definisemo telo, koje ovog puta implementira protokol '
            Widget'
7       var body: some Widget {
8           DetaljanPrikazReceptaWidget()
9           ListaRecepataWidget()
10          SpisakZaKupovinuWidget()
11      }
12  }
```

Listing 3.1: *Више widget-а у једном проширењу*

3.3 Дизајн Widget-а

Фокус Widget-а

Главна улога *widget-а* је приказивање садржаја који кориснику пружа корисне информације без покретања апликације. Подаци које приказује треба да буду минималистички, да одговарају величини *widget-а* (већа величина треба да повлачи и већу количину података) и да буду временски и кориснички релевантни. Први корак у дизајну *widget-а* је избор једног дела аплиакције, који ће тај *widget-а* да представља.

Свака величина *widget-a* која је омогућена за додавање из галерије, треба да садржи одређену количину информација која је пропорционална тој величини. Никако не смемо допустити да више величина *widget-a* приказују исте податке, али истовремено приликом додавања нових података, морамо водити рачуна о почетној идеји, односно делу апликације које тај *widget* треба да представља. Уколико немамо довољну количини података за веће *widget-е* (на пример, за *widget* величине *large*), можемо једноставно забранити ту величину за тај тип *widget-a*.

Widget не би смео да служи само као пречица за покретање аплиакције. Корисници очекује од сваког *widget-a* да им покаже корисне информације, у супротном неће наићи на добар одзив, и истовремено може и штетити самој апликацији (мањи број корисника, лошија оцена у продавници).

Ажурни подаци

Да би *widget-и* могли да пружају корисне и прецизне информације у скоро сваком тренутку, морају повремено бити ажурирани. *Widget-и* не подржавају ажурирање у реалном времену, а и сам систем може ограничити ажурирање *widget-a* у завиности од корисничког понашања и интеракције са њим, па се морамо потрудити да нађемо начин на који ће подаци у нашем *widget-y* увек бити релевантни.

Потребно је пронаћи оптимално време за ажурирање података у *widget-y*, узимајући у обзир колико се сами подаци често мењају и колико често корисницима може бити корисно да виде те податке. Уколико након публикације *widget-a* уочимо да су корисницима чешће или ређе потребни новији подаци, можемо променити време између два ажурирања и тиме побољшати корисничко искуство. Још једна корисна ствар код информација које су временски зависне (на пример, тренутно стање неког индекса или акције на берзи), можемо у *widget-y* додати и поље које ће представљати датум и време када су подаци последњи пут ажурирани.

Иако не можемо да приказујемо податке у реалном времену, за неке податке можемо искористити помоћ система за одређивање датума и времена, па тако уколико би имали *widget* који приказује време у које ће се огласити аларм, истовремено можемо имати и ажуран податак о томе колико је времена остало до оглашавања аларма.

Конфигурабилност и интеракција

У већини случајева *widget* треба да омогући кориснику конфигурабилност како би пружио корисне информације (на пример, књига коју корисник тренутно чита и његов прогрес у апликацији *Apple Books*), док поједине апликације могу то да изоставе (на пример, најновије вести).

Уколико желите да ваш *widget* буде конфигурабилан, потрудите се да подешавања буду што једноставнија и не тражите превише информација од корисника. Кориснички интерфејс за измену *widget-а* је унапред одређен и исти за све, као што смо показали у делу 3.2 - Intent.

Када корисник кликне на *widget* или део унутар њега, за веће величине, очекује да буде одведен на жељену страницу, да не мора да претражује и даље апликацију (на пример, када кликне на одређени рецепт у *widget-у*, желеће да му се отвори страница са детаљним приказом тог рецепта, а не почетна страна). Истовремено, треба се избећи превише веза на малом простору, где се лако може десити да због густине распореда, корисник кликне грешком на један елемент, а желео је да притисне сасвим други.

Дизајн прилагођен свима

Widget-u треба да имају јарке боје како би се истицали на екрану, али истовремено и јасно видљив текст како би корисник могао да види све потребне информације „бацањем погледа" након откључавања или непосредно пре закључавања уређаја. Трудите се да *widget* прилагодите свом бредну или својој апликацији (боје, фонт текста, јединствени елементи...). Водите рачуна да истовремено не претерате са обележјима, корисницима веома често није потребно да виде лого ваше компаније да би препознали о ком се *widget-у* ради, док истовремено вам заузима место и смањује простор за приказ важних података, нарочито на малој величини *widget-а*.

Када сагледамо количину информација коју желимо да прикажемо у *widget-у*, морамо бити оптимални. Уколико прикажемо премало информација, *widget* неће имати превелики значај за кориснике, док превише информација на мало простора отежава читање и разумевање података.

Једна од битнијих ствари коју не смемо заборавити, поготово у данашње време, је дизајн *widget-а* за обе врсте боја системске позадине (светле и тамне). Дизајн оба *widget-а* се не сме разликовати од системске боје позадине, јер ни-

један корисник не жели видети таман текст на светлој боји позадине уколико је изабрао тамну системску боју позадине. Приликом израде обе врсте дизјна нам може помоћи *Xcode preview* који омогућава да истовремено сагледамо оба дизајна, међусобно их упоредимо и исправимо евентуалне недостатке.

Apple саветује да се никад не користи фонт текста мањи од 11 поена[2]. Коришћење мањег фонта би корисницима знатно отежало употребу *widget-a* и дефинитивно смањило број корисника. Поред овога, увек се требају користити званични елементи за приказ текста, како би се омогућила скалабилност као и системско читање текста.

Потребно је да се добро покажете већ на првом кораку, зато посебну пажњу треба обратити на дизајн прегледа *widget-a* унутар галерије, за све типове и величине који ваш *widget* подржава, као и приказ чувара места уместо реалних података уколико они нису пристигли на време са сервера и немате подразумеване податке.

Уколико имате елементе у својој апликацији који се истовремено налазе и на *widget-y* постарајте се да имају исту функционалност, јер бисте у супротном само збунили кориснике.

Искористите могућност приказивања описа *widget-a* у галерији и саставите кратак и јасан опис функционалности вашег *widget-a*. Такође, групишите све величине једног типа *widget-a* са јединственим описом.

Обратите пажњу на скалабилност елемената унутар *widget-a*. Систем аутоматски прилагођава величину вашег *widget-a* величини екрана уређаја, зато будите пажљиви приликом додавања елемената. Најбоље је користити проверене елементе који пружају флексибилност, у овом случају било који основни *SwiftUI* елемент, или њихова комбинација.

[2] *Apple-ов* израз за „број који треба уписати у поље", универзална мера у дизајну на *Apple* платформама

Глава 4

Опис апликације

Глава 5

Закључак

Библиографија

[1] Apple Inc. Apple Developer. on-line at: https://developer.apple.com/swift/.

[2] Apple Inc. Swift Education. on-line at: https://www.apple.com/education/k12/teaching-code/.

[3] Apple Inc. Swift on GitHub. on-line at: https://github.com/apple/swift.

[4] Apple Inc. Swift Playground. on-line at: https://www.apple.com/swift/playgrounds/.

[5] Apple Inc. SwiftUI. on-line at: https://developer.apple.com/xcode/swiftui/.

[6] Apple Inc. The swift programming language (swift 5.5), 2014.

[7] Apple Inc. Apple Worldwide Developers Conference, 2021. on-line at: https://apps.apple.com/us/app/apple-developer/id640199958?mt=8.

[8] Apple Inc. Swift.org, 2021. on-line at: https://www.swift.org/.

[9] StackOverflow. Stack overflow. on-line at: https://stackoverflow.com/.