

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ



Марко Вельковић

КРЕИРАЊЕ ВИЦЕТА У ПРОГРАМСКОМ
ЈЕЗИКУ SWIFT

мастер рад

Београд, 2022.

Ментор:

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

Чланови комисије:

др Филип Марич, ванредни професор
Универзитет у Београду, Математички факултет

др Мирко Спасић, доцент
Универзитет у Београду, Математички факултет

Датум одбране: 15. јануар 2022.

Наслов мастер рада: Креирање виџета у програмском језику Swift

Резиме: Употреба програмског језика *Swift* за израду виџета у *iOS* оперативном систему

Кључне речи: *widget, Swift, iOS, Apple*, програмски језик, програмирање

Садржај

1 Увод	1
2 Програмски језик Swift	2
2.1 Настанак, развој и карактеристике	2
2.2 Концепти	3
2.3 Особине	27
2.4 Xcode	34
2.5 SwiftUI	37
3 Улога и развој <i>Widget-a</i>	46
3.1 Основно	46
3.2 Развој <i>Widget-a</i>	47
3.3 Дизајн <i>Widget-a</i>	54
4 Опис апликације	58
5 Закључак	59
Библиографија	60

Глава 1

Увод

Глава 2

Програмски језик Swift

Swift је модеран програмски језик, првенствено намењен развоју апликација на платформама компаније *Apple* (*iOS*, *iPadOS*, *macOS*, *tvOS* и *watchOS*). Настао је као резултат истоименог пројекта унутар компаније *Apple*, чији је циљ био креирање програмског језика који ће бити сигуран, концизан и ефикасан. Резултати пројекта *Swift* као и унапређења програмског језика *Swift* током година биће приказани у наставку.

2.1 Настанак, развој и карактеристике

Развој програмског језика *Swift* започео је Крис Латнер¹ (енг. *Chris Lattner*) у јулу 2010. године. У јуну 2014. године објављена је прва апликација комплетно написана у *Swift*-у названа „Apple Worldwide Developers Conference” (*WWDC*) по истоименој годишњој конференцији информационих технологија компаније *Apple*. На конференцији те године, кроз предавање и интерактивну демонстрацију, представљена је бета верзија језика, бесплатно упутство за коришћење језика „The Swift Programming Language” [6] и званична веб страница програмског језика [7]. Прва званична верзија језика *Swift* 1.0, постала је доступна 9. септембра 2014. године.

Званично објављивање апликација (на *App Store*-у) писаних у *Swift*-у постало је могуће од верзије програмског језика 2.0. Језик је у оквиру анкете коју организује *Stack Overflow* [8] проглашен за омиљени програмски језик 2015. године, док је 2016. године заузео друго место у тој категорији. Децем-

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

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

бра 2015. године изворни код језика, подржане библиотеке, дибагер и менаџер пакета постали су отвореног кода, под лиценцом *Apache 2.0*, доступни на *GitHub*-у [3].

На годишњој конференцији *WWDC* 2016. године представљена је апликација за уређај *iPad* под називом *Swift Playgrounds* [4], која је намењена учењу програмирања у *Swift*-у. Касније је ова апликација развијена и за оперативни систем *macOS*.

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 5.6*.



Слика 2.1: *Swift* лого

Swift је моћан и интуитиван језик за програмирање апликација намењених *Apple* платформама. Писање кода у *Swift*-у је забавно и лако, синтакса је веома концизна, али у исто време веома изражаяна. Програмски језик *Swift* је безбедан, брз и интерактиван, и као такав погодан за људе који уче основе програмирања. Код писан у *Swift*-у се преводи и оптимизује тако да извуче максимум из хардверских компоненти. Детаљнији опис особина и примери кодирања биће дати у наредним поглављима.

2.2 Концепти

Swift је наследник програмских језика *C* и *Objective-C*, па је самим тим одређене концепте преузео из ових језика, али истовремено постоје концепти у *Swift*-у који нису присутни у *C*-у и *Objective-C*-у. Објашњење најбитнијих концепата у *Swift*-у дато је у наставку, док се потпуна листа може наћи на званичном сајту програмског језика [7].

Основе

Swift подржава основне типове променљивих, *Int* за целобројне вредности, *Float* и *Double* за бројеве са основом у покретном зарезу, *Bool* за Булове вредности, *String* за текстуалне вредности, као и три основна типа колекција *Array*, *Set* и *Dictionary* о којима ће бити више речи у делу 2.2 - Колекције.

Поред основних типова који су наслеђени из *Objective-C*-а постоје и неколико ново уведених, као што је *Tuples* (торка) који омогућава креирање груписаних вредности и *Optionals* помоћу којег се рукује *nil* вредношћу на безбедан начин.

Константе се декларишу коришћењем кључне речи *let*, након чега следи име константе и њена иницијализација. Декларисање променљиве се постиже употребом кључне речи *var*. Када се декларише променљива може се одмах и иницијализовати или јој може бити додељен тип употребом анотације. Конкретна примена се може видети у примеру 2.1 - *Декларисање променљивих и константи*.

```
1 // Deklarisanje konstante
2 let cenaJela = 200
3
4 // Deklarisanje promenljive uz inicializaciju
5 var raspolozivoNovca = 1000
6
7 // Deklarisanje promenljive koriscenjem anotacije
8 var brojPorcija: Int
```

Пример кода 2.1: *Декларисање променљивих и константи*

Целобројне променљиве могу бити написане у облику децималних, бинарних, окталних и хексадецималних бројева. Пример дефинисања променљиве са вредношћу броја 25 у свим облицима следи у наставку 2.2 - *Целобројне променљиве*.

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

Пример кода 2.2: *Целобројне променљиве*

Торка се користи за груписање вредности било ког типа и једна торка може садржати вредности различитих типова. У примеру 2.3 - *Торка* могу

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

се видети два начина креирања торке и два начина приступања члановима торке (неименованим и именованим члановима).

```
1 // Definisanje torke (String, Int)
2 let namirnicaSaCenom = ("Jaja 10 komada", 100)
3
4 // Pristupanje clanovima torke
5 let namirnica = namirnicaSaCenom.0
6 let cena = namirnicaSaCenom.1
7
8 // Definisanje torke sa imenovanim clanovima
9 let urednijaNamirnicaSaCenom = (namirnica: "Jaja 10 komada", cena:
100)
11 // Pristupanje imenovanim clanovima torke
12 let urednijaNamirnica = urednijaNamirnicaSaCenom.namirnica
13 let urednijaCena = urednijaNamirnicaSaCenom.cena
```

Пример кода 2.3: *Торка*

Провере испуњености услова коришћењем функције *assert* се дешавају у време извршавања кода. Најчешће се користи за проверу критичног дела кода и уколико тај део кода задовољава услов (вредност израза у *assert*-у је *true*) програм наставља своје извршавање. У супротном извршавање апликације ће бити прекинуто и биће означенено место у коду у коме је дошло до прекида програма. Пример примене је приказан у коду 2.4 - *Провере коришћењем функције assert*.

```
1 var cenaPrvogProizvoda = 100
2 var cenaDrugogProizvoda = -100
3 assert(cenaPrvogProizvoda >= 0, "Cena proizvoda ne moze biti negativna
4 ") //true
5 assert(cenaDrugogProizvoda >= 0, "Cena proizvoda ne moze biti
negativna") //false
```

Пример кода 2.4: *Провере коришћењем функције assert*

Оператори

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

- Унарни оператори

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

- Префиксни унарни оператори (на пример, '-' за бројевне вредности и '!' за логичке вредности)
- Постфиксни унарни оператори (на пример, '?' и '!' који се користе над опционаним променљивима)

- Бинарни оператори

- Оператор доделе '==' , који за разлику од језика C, не враћа повратну вредност
- Аритметички оператори, '+', '-', '*', '/', '%'
- Сложени оператори доделе, '+=' , '-=' , '*=' , '/='
- Оператори поређења, '==' , '!=', '<', '>', '<=' , '>='

- Тернарни оператори

- Једини тернарни оператор који постоји у језику Swift је оператор '?:' . Код овог оператора израз са крајње леве стране мора бити типа *Bool*, док израз који се налази у средини оператора мора бити истог типа као израз са крајње десне стране, без ограничења типа. Пример примене тернарног оператора као и приказ блока кода који једна линија са тернарним оператором може заменити приказани су у примеру 2.5 - *Тернарни оператор*.

```
1 var celijaImaSliku = true
2 // Izraz ternarnog operatora
3 let visinaCelije = celijaImaSliku ? 100 : 50
4
5 // Prethodni primer koriscenjem uslovnog grananja
6 var celijaImaSliku = true
7 var visinaCelije: Int
8 if celijaImaSliku {
9     visinaCelije = 100
10 }
11 else {
12     visinaCelije = 50
13 }
```

Пример кода 2.5: *Тернарни оператор*

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

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

- Оператор 'nil-сједињавања' ('??') је бинарни оператор који се користи над опционим променљивима. Уколико израз са леве стране оператора садржи вредност (није *nil*) та вредност ће бити резултат оператора, док уколико је лева страна оператора једнака *nil*, резултат оператора биће израз са десне стране који не сме бити опцијоног типа. Пример примене оператора '??' дат је у наставку 2.6 - *nil-сједињавање*.

```
1 var a: Int?  
2 let pseudRandomBroj = Int.random(in: 1...100)  
3 if pseudRandomBroj % 2 == 0 {  
4     a = 10  
5 }  
6 let b = a ?? 5
```

Пример кода 2.6: *nil-сједињавање*

- Оператори распона

- Затворен распон (*a...b*), распон од 'a' до 'b' укључујући обе вредности.
- Полу-отворен распон (*a..**b***), распон од 'a' до 'b' укључујући само вредност 'a'.
- Распони једне стране [*a...*], распон од 'a' и надаље докле год је то могуће (ову врсту оператора треба користити опрезно).

Карактери и стрингови

Стринг је низ карактера, као што је „Здраво, светe”. У *Swift*-у се стрингови представљају помоћу класе *String*, која омогућава брз, ефикасан и *Unicode*-компабилан начин рада са текстом. Креирање и операције са стринговима (надовезивање, рад са карактерима и уметање (интерполација)) биће приказане кроз пример 2.7 - *Операције нај сиригновима*.

```
1 var prazanString = ""  
2 var drugiPrazanString = String()  
3 var treciString: String?  
4  
5 if !prazanString.isEmpty {
```

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
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!'
```

Пример кода 2.7: *Операције нај сиричногима*

Контрола тока

Наредбе контроле тока које се користе у *Swift*-у су: *if*, *guard*, *switch* и петље: *for-in* и *while*. *If* наредба приказана је у примеру 2.8 - *If* наредба контроле тока.

```
1 var recept = Recept("Cezar salata")
2 recept.sastojci = ["Zelena salata", "Pilece grudi", "Slanina", "
3     Paradajz", "Hleb", "Cezar premaz"]
4 var brojSastojaka = recept.sastojci.count
5
6 if brojSastojaka < 6 {
7     print("Nisu svi sastojci nabavljeni")
8 }
9 else if brojSastojaka > 6 {
10     print("Broj sastojaka je veci nego u receptu, ali samo napred
11         eksperimentisi")
12 }
```

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
11 |     else {
12 |         print("Broj sastojaka je odgovarajuci")
13 |     }
```

Пример кода 2.8: *If наредба контроле тока*

Наредба *switch* је слична као у другим програмским језицима, једина битна разлика је да ће се увек извршити тачно један од случајева унутар наредбе, па није потребно експлицитно навођење наредбе *break* након сваког од случајева. Наредба *break* се по конвенцији наводи само када је неки од случајева наредбе *switch* празан, јер сваки случај мора бити извршив (енг. *executable*). Уколико случајевима наредбе *switch* нису обухваћени сви случајеви, на крају наредбе *switch* се мора навести наредба *default* која ће се извршити уколико ниједан од случајева није задовољио услов. Наведена правила приказана су у примеру 2.9 - *Наредба контроле тока switch*.

```
1  enum Zacin {
2      case vegeta, kari, kurkuma, origano, biber
3  }
4  var mojiZacin: Zacin = .vegeta
5
6  switch mojiZacin {
7      case .vegeta:
8          print("Vegeta")
9      case .biber:
10         print("Nije vegeta, nego biber")
11     default:
12         print("Nije vegeta")
13 }
```

Пример кода 2.9: *Наредба контроле тока switch*

For-in је наредба понављања која се користи за пролаз кроз елементе неке колекције (низа, скупа, речника). Променљива која се користи за пролаз кроз колекцију је константа и њену вредност није могуће мењати у телу наредбе. Један од начина како се могу мењати елементи колекције (уколико је колекција није константа) је истовременим пролажењем кроз елементе колекције и њихове индексе и променом елемента колекције на одговарајућем индексу. Још једна могућност *for-in* петље је пролаз кроз задати интервал бројева. Описани начини употребе *for-in* петље могу се видети у примеру 2.10 - *Наредба контроле тока for-in*.

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
1 let sastojci = ["Jaja", "Pecenica", "Maslinovo ulje", "Persun"]
2 // For-in naredba
3 for sastojak in sastojci {
4     print("Potreban sastojak: \(sastojak)")
5 }
6 // For-in naredba nad intervalom
7 for i in 0..
```

Пример кода 2.10: *Наредба концроле током for-in*

Постоје два типа наредбе понављања *while*. Први тип је наредба *while* која прво проверава да ли је задати услов испуњен и онда извршава једну итерацију тела петље, а други тип је наредба *repeat-while* која прво извршава једну итерацију тела наредбе након чега проверава услов и уколико је он задовољен наставља са следећом итерацијом. Употреба је приказана у примеру 2.11 - *Наредба концроле током while*.

```
1 let nasumicniBrojevi = [3, 12, 5, 18, 11, 99]
2 var i = 0
3
4 while i < nasumicniBrojevi.count, nasumicniBrojevi[i] < 15 {
5     print("Broj \(nasumicniBrojevi[i]) je manji od 15")
```

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
6     i += 1
7 }
8
9 let nasumicniBroj = nasumicniBrojevi[2] // 5
10
11 repeat {
12     print("Zdravo, svete!")
13 } while nasumicniBroj != 5 // Uvek netacno
```

Пример кода 2.11: Наредба контроле тока *while*

Поред наведених основних наредби контроле тока, постоје додатне помоћне наредбе које се користе заједно са основним наредбама и тиме њихову употребу чине лакшом. Наредба *continue* се користи за прескакање једне итерације унутар петље. *Break* је наредба која прекида извршавање наредбе унутар које се налази, а може се користити унутар случајева наредбе *switch* као и унутар тела петље. Пример употребе ових наредби приказан је у делу 2.12 - *Додаци наредбама контроле тока*.

```
1 let nizBrojeva = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
2 print("Parni brojevi iz niza manji od 7:")
3 for broj in nizBrojeva {
4     if broj % 2 != 0 {
5         continue
6     }
7     if broj > 7 {
8         break
9     }
10    print(broj)
11 }
```

Пример кода 2.12: Додаци наредбама контроле тока

Колекције

Swift дефинише три примарна типа колекција: низове, скупове и речнике. Сва три типа су дефинисана као генеричке² колекције. Уколико се дефинисана колекција додели променљивој, она се може мењати (додавање, брисање и измена чланова у њој); међутим уколико се она додели некој константи,

²Генерички код омогућава писање флексибилних и поновно искористивих функција и типова; помоћу њих се избегава дуплирање кода

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

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. Конкретан пример дефинисања, иницијализације и управљања подацима низа може се видети у коду 2.13 - *Паг са низовима*.

```
1 // Definisanje niza sa elementima tipa 'Recept'  
2 var recepti: [Recept] = []  
3 // Dodavanje novog elementa  
4 recepti.append(Recept("Domaca kafa"))  
5 // Pristupanje prvom clanu niza  
6 var prviRecept = recepti[0]  
7 // Kreiranje niza sa 3 inicialna elementa tipa 'String'  
8 var koraci = Array(repeating: "", count: 3)  
9 // Foreach petlja kojom prolazimo kroz niz uz pamcenje indeksa  
10 for (index, korak) in prviRecept.koraci.enumerated() {  
11     if index < 3 {  
12         koraci[index] = korak  
13     }  
14     else {  
15         koraci.append(korak)  
16     }  
17 }  
18 // Brisanje prvog clana niza, ukoliko niz nije prazan  
19 if !koraci.isEmpty {  
20     koraci.remove(at: 0)  
21 }
```

Пример кода 2.13: *Паг са низовима*

Скупови су колекције које не гарантују чување редоследа елемената и у којима један елемент може да се појави највише једанпут. Тип елемента скупа мора бити могуће кодирати³ (енг. *hashable*). Рад са скуповима приказан је у примеру 2.14 - *Паг са скуповима*.

```
1 // Kreiranje skupa sa elementima tipa 'String'  
2 var sastojci = Set<String>()  
3 // Dodavanje novog elementa  
4 sastojci.insert("Mlevena kafa")  
5  
6 // Provera broja elemenata skupa
```

³Тип који се може кодирати мора имати дефинисану функцију за одређивање *hash* вредности за сваку инстанцу, два елемента могу имати исту hash вредност ако су једнаки

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
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
```

Пример кода 2.14: *Pag sa скуповима*

Речници се користе 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 вредности којима је могуће брзо приступити коришћењем одговарајућег кључа. Рад са речницима приказан је у примеру 2.15 - *Pag sa речницима*.

```
1 // Kreiranje recnika tipa [Int : String]  
2 var tipoviHTTPStatusa: [Int : String] = [:]
```

```
3 // Dodeljivanje recnika promenljivoj 'tipoviHTTPStatusa'
4 tipoviHTTPStatusa = [200: "OK", 201: "Resurs je kreiran", 202: "
5     Zahtev je prihvacen"]
6
7 // Dodavanje novog elementa ukoliko ne postoji, odnosno promena
8 // postojeceg
9 tipoviHTTPStatusa[404] = "Stranica nije pronadjena"
10
11 // Brisanje elementa iz recnika
12 if let izbrisanaVrednost = tipoviHTTPStatusa.removeValue(forKey:
13     201) {
14     print("Vrednost izbrisana iz recnika: \(izbrisanaVrednost)")
15 }
16
17 // Razlicite vrste iteracija kroz recnik
18 for kod in tipoviHTTPStatusa.keys {
19     // TODO: iteriraj kroz kodove
20 }
21
22 for status in tipoviHTTPStatusa.values {
23     // TODO: iteriraj kroz statuse
24 }
25
26 for (kod, status) in tipoviHTTPStatusa {
27     // TODO: iteriraj kroz elemente
28 }
```

Пример кода 2.15: *Раг са речницима*

Функције и затворења

Функције су блокови кода који обично имају само једну специфичну намену. Свака функција је идентификована својим именом које се користи да би се та функција позивала у коду. Поред имена, функција може имати тип повратне вредности (уколико није дефинисан, подразумевани тип је *Void*) и парметре (именоване или неименоване). Описти потпис дефиниције функције је приказан у примеру: 2.16 - *Поштавис функције*, док је потпис параметара функције приказан у примеру: 2.17 - *Поштавис јареметара функције*.

```
1 func ime_funkcije (parametri_funkcije) { -> tip_povratne_vrednosti}
```

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

Пример кода 2.16: *Поштис функције*

```
1 {labela_parametra} ime_parametra: tip_parametra {=  
    podrazumevana_vrednost}
```

Пример кода 2.17: *Поштис јареметара функције*

Као што је већ наведено, параметри функције могу бити именовани и неименовани. Приликом позивања функције са именованим параметрима потребно је навести лабеле параметара уз конкретну вредност. Приликом дефинисања функције, лабела параметра се наводи пре имена параметра, или се наводи карактер '_' за неименоване параметре. Уколико лабела параметра није експлицитно наведена сматраће се да име параметра представља и лабелу. Пример дефинисања и позивања функције са именованим параметром и без повратног типа представљен је у коду 2.18 - *Дефинисање и позивање функције са јареметром*, док пример 2.19 - *Дефинисање и позивање функције са повратном вредношћу* показује дефинисање и позивање функције са неименованим параметром и повратним типом *Int*.

```
1 // Definisanje fukncije  
2 func ispisiSastojke(sastojci: [String]) {  
3     for sastojak in sastojci {  
4         print(sastojak)  
5     }  
6 }  
7  
8 let sastojci = ["Jaja", "Sira"]  
9 // Pozivanje fukncije  
10 ispisiSastojke(sastojci: sastojci)
```

Пример кода 2.18: *Дефинисање и позивање функције са јареметром*

```
1 func izracunajCenu(_ proizvodi[String: Int]) -> Int {  
2     var ukupno = 0  
3     for (proizvod, cena) in proizvodi {  
4         ukupno += cena  
5     }  
6     return ukupno  
7 }  
8  
9 let proizvodi = ["Jaja": 10, "Sira": 200]
```

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
10 | let ukupnaCena = izracunajCenu(proizvodi)
```

Пример кода 2.19: *Дефинисање и позивање функције са побраћином вредношћу*

Поред лабеле уз параметар може стајати и подразумевана вредност параметра, која ће представљати вредност параметра приликом извршавања тела функције уколико приликом позива функције наведени, опциони, параметар није прослеђен. Пример је приказан у коду 2.20 - *Дефинисање и позивање функције са параметрима са подразумеваним вредносћима*.

```
1 func ispisIsastojkeSaDvaParametra(sastojci: [String], ispisati
2     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    let sastojci = ["Jaja", "Sira"]
12    ispisIsastojkeSaDvaParametra(sastojci: sastojci, ispisati: false)
13    ispisIsastojkeSaDvaParametra(sastojci: sastojci)
14 // Parametar 'ispisati' ce imati vrednost 'true'
```

Пример кода 2.20: *Дефинисање и позивање функције са параметрима са подразумеваним вредносћима*

Као и други објектно оријентисани програмски језици и *Swift* пружа могућност дефинисања генеричких функција⁴ које се могу користити над различитим конкретним типовима. Функције у *Swift*-у такође омогућавају дефинисање функција са две или више повратне вредности. Конкретан пример генеричке функције са две повратне вредности приказан је у коду 2.21 - *Дефинисање и позивање генеричке функције са више побраћних вредносћи*.

```
1 // Definisanje generickie funkcije sa dve povratne vrednosti
2 func minMax<T>(niz: [T]) -> (min: T, max: T)? {
3     guard !niz.isEmpty else {
4         return nil
```

⁴Генеричка функција је функција са генеричким параметрима или генеричким повратним вредносћима. Генерички тип може представљати више различитих типова одједном који задовољавају одређене услове дефинисане од стране програмера

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
5     }
6     let minimum = niz.min()
7     let maksimum = niz.max()
8
9     return (minimum, maksimum)
10}
11
12let nizBrojeva = [5, 12, -4, 19, -99]
13let minimumIMaksimum = minMax(niz: nizBrojeva)
14let minimum = minimumIMaksimum?.min
15let maksimum = minimumIMaksimum?.max
```

Пример кода 2.21: *Дефинисање и позивање генеричке функције са више повратних вредности*

Прослеђени параметри унутар функција су константе и њихова вредност се не може мењати у телу функције. Да би се омогућило заобилажење овог правила, *Swift* је увео кључну реч *inout* која се наводи приликом дефинисања функције, а пре типа сваког од параметара за које ће бити омогућена промена вредности у телу функције. Још једна промена коју је потребно применити је употреба карактера & приликом прослеђивања променљиве у позиву функције. Употреба овако прослеђених параметара приказана је на примеру генеричке функције која замењује вредности два прослеђена параметра 2.22 - *Дефинисање и позивање функције са променљивим параметрима.*

```
1 func zameniDvaParametra<T>(prvi: inout T, drugi: inout T) {
2     var pomocna = prvi
3     prvi = drugi
4     drugi = pomocna
5 }
6
7 // Prosledjeni parametri moraju biti promenljive
8 var prviString = "Ja sam prvi"
9 var drugiString = "Ja sam drugi"
10
11 print(prviString + ", " + drugiString)
12 // Ja sam prvi, Ja sam drugi
13
14 zameniDvaParametra(prvi: &prviString, drugi: &drugiString)
15 print(prviString + ", " + drugiString)
16 // Ja sam drugi, Ja sam prvi
```

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

Пример кода 2.22: *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 изражажности. Синтакса израза затворења приказана је у примеру 2.23 - *Синтакса израза затворења*. На примеру 2.24 - *Израз затворења за сортирање* показана је Swift метода 'sorted' и како се једно затворење може написати на неколико начина, од целе функције па све до само једног карактера.

```
1  (parametri) -> tip_povratne_vrednosti in  
2      naredbe
```

Пример кода 2.23: *Синтакса израза затворења*

```
1  func uporediBrojeve(_ broj1: Int, _ broj2: Int) -> Bool {  
2      return broj1 < broj2  
3  }  
4  
5  let nasumicniBrojevi = [2, 10, 5, 18, 100, -11, -25, 55, 72]  
6  // Prosledjivanjem funkcije  
7  var sortiraniBrojevi = nasumicniBrojevi.sorted(by: uporediBrojeve)  
8  
9  // Koriscenjem zatvorenja  
10 sortiraniBrojevi = nasumicniBrojevi.sorted(by: { (broj1: Int,  
11     broj2: Int) -> Bool in  
12         return broj1 < broj2  
13     })  
14  
15  // Bez eksplicitnog navodjenja tipa parametra  
16  sortiraniBrojevi = nasumicniBrojevi.sorted(by: {broj1, broj2 in  
17      return broj1 < broj2  
18  })  
19  
20  // Kada u zatvorenju postoji samo jedna naredba, nije potrebno  
21  // navodjenje klucne reci 'return', povratna vrednost bice  
22  // vrednost izvršenja te naredbe  
23  sortiraniBrojevi = nasumicniBrojevi.sorted(by: {broj1, broj2 in
```

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
21     broj1 < broj2
22 }
23
24 // Swift omogucava i kratka imena parametara, za pruzanje
25 // izrazajnije sintakse
25 sortiraniBrojevi = nasumicniBrojevi.sorted(by: {
26     $0 < $1
27 })
28
29 // Kada koristimo tipove za koje je vec definisano ponasanje
30 // prilikom poredjenja, mozemo proslediti samo kako zelimo da
31 // sortiramo clanove niza
30 sortiraniBrojevi = nasumicniBrojevi.sorted(by: <)
```

Пример кода 2.24: *Израз затворења за сортирање*

Затворења се могу проследити и као параметри функције. Једино ограничење је да затворење мора ићи као последњи параметар функције. Најчешћи разлог за овакву употребу затворења је сигурност да ће се наредбе у затворењу извршити након што се заврши извршавање функције. Оваква врста затворења назива се репно затворење (енг. *trailing closures*), пример у коду 2.25 - *Репно затворење*.

```
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 }
```

Пример кода 2.25: *Репно затворење*

Класе и структуре

Класе и структуре су конструкције опште намене које имају својства и методе. За разлику од већине других програмских језика, класе и структуре у *Swift*-у су 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 могућности које обе конструкције омогућавају су: дефинисање својстава, дефинисање метода, дефинисање иницијализатора, надограђивање коришћењем проширења (енг. *extensions*), имплементација протокола. Функционалности које поседују само класе су: наслеђивање друге класе, провера типа инстанце у времену извршавања програма, деиницијализација.

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

- Део иницијализације, ако је константно
- Део иницијализације или опционог типа, ако је променљиво

Дефинисање и инстанцирање класе и структуре, као и приступање својствима и методама инстанце коришћењем тачка синтаксе (енг. dot syntax) може се видети у примеру 2.26 - *Дефинисање класе и структуре*.

```
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
```

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
18 let glavniiIzgeld = GlavniiIzgled()
19
20 // Pristupanje clanovima instance
21 let okvirGlavnogIzgleda = glavniiIzgled.okvir
22 let sirinaOkviraPozadine = okvir.sirina
23
24 // Strukture imaju automatski generisane inicijalizatore za sva
25 // svojstva
26 let maliSiviOkvir = OkvirPozadine(visina: 50, sirina: 50, boja: .
27     gray)
```

Пример кода 2.26: *Дефинисање класе и структуре*

Уколико унутар једне класе постоји инстанца друге класе инстанцирање друге класе се може одложити док не буде неопходно употребом лењог својства (енг. *lazy property*). Лења својства се користе 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 неопходно (можда у неким случајевима не буде уопште искоришћено). Пример употребе лењог својства налази се у коду 2.27 - *Лењо својство*.

```
1 struct 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
14 // Pre izvršenja f-je 'print', instancira se klasa '
15 // 'UcitavanjeFajla'
16 print(menadzer.ucitavanje.imeFajla)
```

Пример кода 2.27: *Лењо својство*

За разлику од својстава и лењих својстава који у себи чувају одређене вредности, рачунајућа својства (енг. *computed properties*) не чувају вредно-

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

сти, већ садрже блок дохватача (енг. *getter*) (који је обавезан) и опционо блок постављача (енг. *setter*) којима се дохватају и постављају вредности других променљивих. Приликом дефинисања рачунајућег својства, уколико својство садржи и дохватач и постављач потребно је експлицитно навести блокове за оба параметра *get* и *set*, док у случају да садржи само дохватач може се дефинисати само један блок за који ће компајлер закључити да је у питању блок дохватача. У примеру 2.28 - *Рачунајућа својствава* приказано је рачунајуће својство '*centar*' које садржи и дохватач и постављач, као и рачунајуће својство '*povrsina*' које има само блок дохватача.

```
1 struct Tacka {
2     var x = 0.0
3     var y = 0.0
4 }
5 struct Dimenzija {
6     var stranica = 0.0
7 }
8 struct Kvadrat {
9     var pocetak = Tacka()
10    var dimenzija = Dimenzija()
11    var centar: Tacka {
12        get {
13            let centarX = pocetak.x + dimenzija.stranica/2
14            let centarY = pocetak.y + dimenzija.stranica/2
15            return Tacka(x: centarX, y: centarY)
16        }
17        set(noviCentar) {
18            pocetak.x = noviCentar.x - dimenzija.stranica/2
19            pocetak.y = noviCentar.y - dimenzija.stranica/2
20        }
21    }
22    var povrsina: Double {
23        return pow(dimenzija.stranica, 2)
24    }
25 }
26 var kvadrat = Kvadrat(pocetak: Tacka(), dimenzija: Dimenzija(
27     stranica: 10.0))
28 let inicialniCentar = kvadrat.centar // Tacka(5.0, 5.0)
29 kvadrat.centar = Tacka(x: 15.0, y: 15.0)
30 print("Novi pocetak: \(kvadrat.pocetak.x) \(kvadrat.pocetak.y)")
// Novi pocetak: 10.0 10.0
```

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
31 |     print("Povrsina kvadrata: \(kvadrat.povrsina)")  
32 | // Povrsina kvadrata: 100.0
```

Пример кода 2.28: Рачунајућа својства

Посматрачи својства посматрају и реагују на промену вредности својства унутар којег су имплементирани. Посматрачи реагују увек када је нова вредност додељена својству, чак иако је нова вредност једнака старој. Могу се користити унутар кориснички дефинисаних својства, наслеђених својства и наслеђених рачунајућих својства. Посматрачи својства који се могу дефинисати унутар својства су *willSet* - које се позива пре постављања нове вредности и *didSet* које се позива након постављања нове вредности својства. Функцији *willSet* се аутоматски прослеђује параметар у којој је смештена нова вредност својства и уколико програмер не наведе експлицитно име параметра, оно ће бити '*newValue*'. Исто важи и за функцију *didSet* којој се прослеђује параметар старе вредности својства са називом '*oldValue*'. Пример употребе посматрача приказан је у делу 2.29 - *Посматрачи својсвла*.

```
1  struct Namirnica {  
2      var ime: String  
3      var cena: Double {  
4          willSet {  
5              print("Nova cena: \(newValue)")  
6          }  
7          didSet(staraCena) {  
8              if cena < staraCena {  
9                  print("Popust na namirnici: \(ime)")  
10             }  
11         }  
12     }  
13 }  
14 var mleko = Namirnica(ime: "Mleko", cena: 105.0)  
15 mleko.cena = 98  
16 // Nova cena: 98  
17 // Popust na namirnici: Mleko
```

Пример кода 2.29: *Посматрачи својсвла*

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

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

сање метода класе и позивање тих метода над конкретном инстанцијом класе приказано је у примеру 2.30 - *Методе*.

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

Пример кода 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 мењати, односно преписати (енг. *override*). Свака класа која не наслеђује ниједну другу класу назива се основна класа. Пример наслеђивања класе може се видети у делу 2.31 - *Наслеђивање класа*.

```
1  class Pravougaonik {
2      var sirina = 0
3      var duzina = 0
```

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
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 }
```

Пример кода 2.31: *Наслеђивање класа*

Опционе променљиве и рад са њима

Опционе променљиве се користе у ситуацијама када није сигурно да ли ће променљива имати неку вредност, да би се избегло приступање таквој променљивој јер би дошло до грешке у раду програма (када променљива нема вредност њена подразумевана вредност је *nil* и са њом се мора пажљиво руковати).

Када се дефинише опциона променљива експлицитно се наводи ког је типа након чега следи знак '?' и након тога се може, а не мора, извршити иницијализација. Уколико се променљива иницијалзијује без експлицитног навођења опционог типа, неопходно је да израз којим се иницијализује променљива буде опционог типа, у супротном променљивој не би био додељен опционо тип и она не би могла да се користи као опциона променљива. Пример дефинисања опционе променљиве уз иницијализацију и експлицитно навођење опционог типа, као и два начина иницијализације без навођења типа може се видети у делу 2.32 - *Дефинисање опционе променљиве*.

```
1 // Opciona promenljiva tipa 'Int?'
2 var opciona: Int? = 42
3 // Promenljiva tipa 'String'
4 var brojUOblikuStringa = "55"
5 // Opciona promenljiva tipa 'Int?'
6 var konvertovaniBroj = Int(brojUOblikuStringa)
```

Пример кода 2.32: *Дефинисање опционе променљиве*

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

У неким ситуацијама не може се радити са опционим променљивима, на пример када се прослеђују као параметри функције која очекује конкретну вредност, па се опциона променљива мора одмотати и узети вредност која се налази у њој. Да при томе не би дошло до грешке, постоје два начина за безбедно одмотавање опционе променљиве и руковање са *nil* вредношћу.

Први начин је коришћењем условног гранања (*if* или *guard*) приказан у примеру 2.33 - *Одмотавање опционе променљиве коришћењем услова*, а други начин задавањем подразумеване вредности односно коришћењем оператора *if*-сједињавања (енг. *nil coalescing*) приказан у примеру 2.34 - *Одмотавање опционе променљиве задавањем подразумеване вредности*.

```
1 func saberiDvaBroja(_ prvi: Int, _ drugi: Int) -> Int {
2     return prvi+drugi
3 }
4
5 var opcioniBroj: Int? = 42
6 var broj = 25
7
8 // saberiDvaBroja(opcioniBroj, broj) -> greska, 'opcioniBroj' je
9 // tipa Int? dok funkcija ocekuje parametar tipa Int
10
11 // 1. nacin koriscenjem if-a
12 if let raspakovaniBroj = opcioniBroj {
13     saberiDvaBroja(raspakovaniBroj, broj) // 'raspakovaniBroj' je
14     tipa Int
15 }
16 else {
17     print("Prvi broj nema vrednost, ne moze se sabrati")
18 }
19
20 // 2. nacin koriscenjem if-a
21 if opcioniBroj != nil {
22     saberiDvaBroja(opcioniBroj!, broj)
23 }
24 else {
25     print("Prvi broj nema vrednost, ne moze se sabrati")
26 }
27
28 // 3. nacin koriscenjem guard-a
29 guard opcioniBroj != nil else {
30     print("Prvi broj nema vrednost, ne moze se sabrati")
```

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
29     return
30 }
31 saberiDvaBroja(opcioniBroj!, broj)
```

Пример кода 2.33: *Одмошавање оиционе 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
7
8 saberiDvaBroja(opcioniBroj ?? 5, broj)
```

Пример кода 2.34: *Одмошавање оиционе променљиве задавањем подразумеване вредности*

2.3 Особине

Програмски језик *Swift* је креиран са намером да буде безбедан, модеран и ефикасан. Детаљан опис ових као и других важних особина дат је у наставку поглавља.

Модеран језик

Swift је настао као резултат најновијих истраживања програмских језика. Именовани параметри су изражажни 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 не пише. Претпостављање типова променљивих чини код чистијим и отпорнијим на грешке. Меморијом се управља аутоматски, коришћењем аутоматског бројача референци (енг. *Automatic Reference Counting, ARC*).

ARC се користи за праћење и управљање меморијом коју апликација користи. Бројач референци води рачуна само о инстанцама класе, док инстанце структуре и набрајања игнорише јер оне представљају тип вредности, а не референтни тип. Сваки пут када се креира нова инстанца класе, *ARC* одвоји део меморије потребан за смештање информација о инстанци. За сваку инстанцу *ARC* води рачуна о броју својстава, константи и променљивих које

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

реферишу на посматрану инстанцу. *ARC* ће деалоцирати део меморије у којој је смештена инстанца тек када све јаке (енг. *strong*) референце ка њој нестану. Када се инстанца класе додели својству, константи или променљивој уколико се експлицитно не наведе другачије, аутоматски ће бити креирана јака референца ка инстанци.

Ретка ситуација где програмер мора водити рачуна о управљању меморијом унутар програмског језика *Swift* је избегавање креирања две инстанце неких класа које међусобно држе јаке референце једна ка другој, јер у овој ситуацији долази до формирања циклуса јаких референци (енг. *strong reference cycle*) што онемогућује *ARC* да деалоцира меморију у којој се налазе ове две инстанце (увек ће једна ка другој имати јаку референцу) и долази до цурења меморије. Циклус јаких референци се може спречити употребом *weak* или *unowned* референци које *ARC* не узима у обзир. Пример употребе слабе (енг. *weak*) референце приказан је у коду 2.35 - *Слаба референца*.

```
1 protocol NoviReceptDelegate : AnyObject {
2     func receptJeKreiran(_ viewController: NoviReceptController, -
3                           receipt: Recept)
4 }
5
6 class NoviReceptController() : UIViewController {
7     weak delegate: NoviReceptDelegate?
8     ...
9     func sacuvajReceipt(_ receipt: Recept) {
10         ...
11         self.delegate?.receptJeKreiran(self, receipt)
12     }
13 }
14 class ReceptController : UIViewController {
15     var novRecept = NoviReceptController()
16     override viewDidLoad() {
17         ...
18         self.novRecept.delegate = self
19     }
20 }
21 extension ReceptController : NoviReceptDelegate {
22     func receptJeKreiran(_ viewController: NoviReceptController, -
23                           receipt: Recept) {
24 }
```

24 }

Пример кода 2.35: Слаба референца

Приликом дефинисања класе конвенција у *Swift*-у је да се за једноставније структуре користи кључна реч *Struct*, а не кључна реч *Class*. Надоградња типа се користи да би се типови одвојили у смислене целине, на пример наслеђивање неке надкласе или имплементација протокола, што се може видети у примеру 2.36 - *Надоградња посебојећег шиша (класе, структуре)*, док се истовремено могу надоградити већ постојећи (системски) типови унутар којих ће бити имплементиране нове функције, чиме се елиминише потреба да иста логика буде имплементирана више пута у коду приказано у примеру 2.37 - *Надоградња Swift класе*. Ограниччење код екstenзије је да се не могу додавати нова поља и променљиве унутар типа који се надограђује.

```
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")
13
14 extension Recept {
15     func dodajSastojak(_ sastojak: String) {
16         self.sastojci.append(sastojak)
17     }
18}
19
20 self.recept.dodajSastojak("2 jaja")
```

Пример кода 2.36: Надоградња посебојећег шиша (класе, структуре)

```
1 extension UIImage {
2     func slikaRecepta(_ imeSlike: String) -> UIImage {
3         var image = UIImage(named: imeSlike)
4         var okvirSlike = image.view.frame
```

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
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)
```

Пример кода 2.37: *Нагодрагња Swift класе*

Безбедан начин програмирања

У току развијања језика уложени су огромни напори да би он био што безбеднији. Променљиве су увек иницијализоване, низови и целобројне променљиве се увек проверавају да не би дошло до прекорачења, меморијом се управља аутоматски и много других карактеристика. Још једна безбедносна одлика је да *Swift* објекти подразумевано никада не могу бити *nil*. *Swift* компајлер ће спречити покушај да се направи или искористи *nil* објекат, избацањем грешке у време превођења програма. Међутим, постоје случајеви када је коришћење вредности *nil* валидно. За те случајеве користе се опционе променљиве.

Ефикасно извршавање

Swift је наследник програмских језика *C* и *Objective-C* и као такав од почетка је дизајниран да буде концизан и ефикасан. 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 без обзира на ком је уређају програм покренут.

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]. Најбоља апликација за почетнике је *Swift*

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

Playgrounds [4], апликација у почетку намењена уређајима *iPad*, развијена од стране *Apple*-а. Касније је иста апликација развијена и за употребу на уређајима са оперативним системом *macOS*.

Отвореног кода

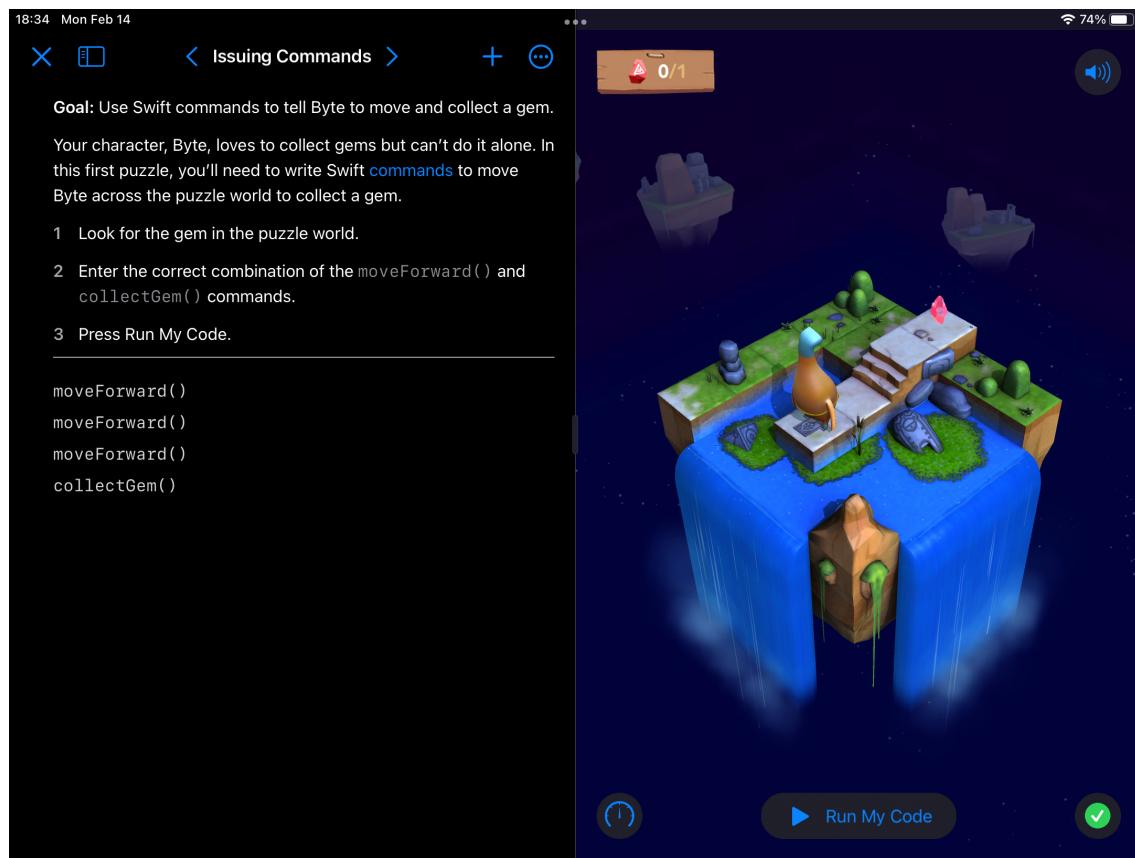
Крајем 2015. године програмски језик *Swift* је под лиценцом *Apache 2.0* постао пројекат отвореног кода. Заједно са пројектом језика, отвореног кода су постале и пратеће библиотеке, дибагер и менаџер пакета. Изворни код се налази на *GitHub*-у где је свакоме лако доступан за преузимање и евентуалну дораду и допуну. Пројекат *Swift* се састоји од неколико засебних пројеката:

- *Swift* компајлер
- Стандардна библиотека
- *Core* библиотека
- *LLDB* дибагер
- *Swift* менаџер података
- *Xcode* подршка за *Swift Playgrounds*

Swift Playgrounds

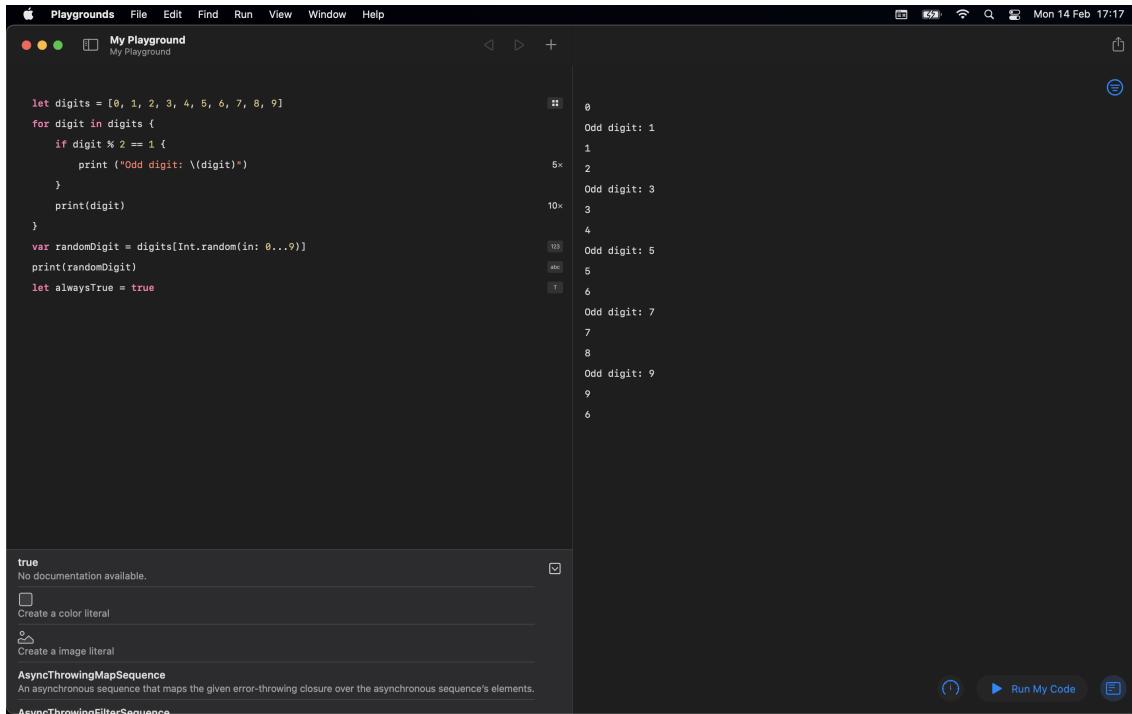
Попут апликације *Swift Playgrounds iPad* чији је један од пројеката намењен почетницима призан на слици 2.2, однедавно постоји апликација *Swift Playgrounds* за оперативни систем *macOS* која је одлична за почетнике, али и за искусније програмере који желе да испробају део кода или се само мало забаве. Резултат извршавања ће бити одмах приказан, као што се може видети на слици 2.3. Када пролази кроз петљу за сваки израз који утиче на рад програма биће исписано колико пута се извршио. Поред променљивих је видљив њихов конкретан тип, а уколико је променљива иницијализована видљива је и њена вредност.

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT



Слика 2.2: Приказ айлайкације Swift Playgrounds на iPad-у

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT



Слика 2.3: Приказ апликације *Swift Playgrounds* на *macOS*-у

Package manager

Swift package manager је више-платформски алат за израду, покретање, тестирање и груписање *Swift* библиотека и извршних датотека. Помоћу менаџера пакета могу се најлакше поделити библиотеке и изворни кодови. Конфигурација самог менаџера као и сам *Swift* менаџер података су такође писани у *Swift*-у, чинећи конфигурацију циљаних извршних датотека и управљање зависностима међу пакетима веома једноставним.

Компабилан са *Objective-C*-ом

Цела апликација може бити написана у *Swift*-у, или се *Swift* може користити за додавање нових 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 које се може пронаћи на *Apple*-овом сајту посвећеном развијаоцима софтвера (енг. *software developers*)

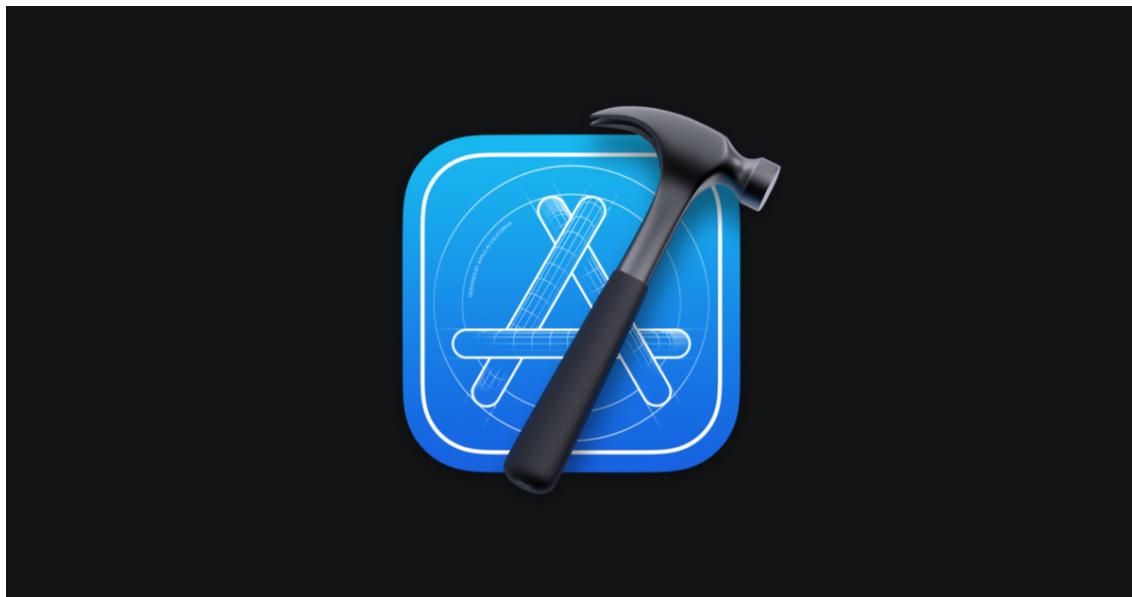
[1], конкретно на адресама *Importing Objective-C into Swift* и *Importing Swift into Objective-C*.

2.4 Xcode

Xcode је интегрисано развојно окружење (ИРО) развијено од стране компаније *Apple*, намењено оперативном систему *macOS*. Софтвер је бесплатан и могуће је преузети га на *Mac App Store*-у⁵.

Основно

ИРО *Xcode* се користи за развој софтвера намењених оперативним системима *iOS*, *iPadOS*, *watchOS*, *tvOS* и *macOS*. 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. На слици 2.4 може се видети званични лого ИРО-а *Xcode13*.



Слика 2.4: Званични лоѓо ИРО-а *Xcode13*

⁵Платформа која служи за дигиталну дистрибуцију апликација намењених оперативном систему *macOS*

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

Xcode 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. Најзначајнији алати који су део *Xcode*-а су симулатор и инструменти.

Симулатор

Симулатор се користи за тестирање апликације у току развоја уколико не постоји могућност употребе физичког уређаја. Тестирање на симулатору у неким ситуацијама може бити и боље јер пружа могућност тестирања апликације на више различитих уређаја (симулатора) одједном (на пример, различите генерације телефона *iPhone*, као и различите верзије оперативног система).

Као што је већ истакнуто, симулатор је део *Xcode*-а; инсталира се уз њега, а покреће се и понаша као апликација оперативног система *macOS* 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. Додатне погодности које пружа симулатор су: интеракција са апликацијом коришћењем миша и тастатуре, отклањање неисправности у апликацији, оптимизација графичког приказа. На слици 2.5 може се видети истовремена употреба симулатора телефона *iPhone 13 Pro Max* са оперативним системом *iOS 15.0* и подешеном тамном бојом приказивања (енг. *dark appearance*), телефона *iPhone SE - 2nd generation* такође са оперативним системом *iOS 15.0*, али светлом бојом приказивања, таблета *iPad Pro (9.7-inch)* са оперативним системом *iOS 12.0* и паметног сата *Series 7 - 45mm* са оперативним системом *watchOS 8.0*.

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT



Слика 2.5: Приказ неколико симулатора

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. 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* и *Wi-Fi*
- Профајлирање апликације у симулатору или на физичком уређају
- Анализа перформанси апликације
- Откривање проблема са меморијом

- Цурење меморије
 - Напуштена меморија (енг. *abandoned memory*)
 - Зомби објекти (деалоцирани објекти који се још увек чувају)
- Оптимизовање апликације ради боље енергетске ефикасности

2.5 SwiftUI

Део развоја програмског језика *Swift* је усмерен ка поједностављивању процеса израде корисничког интерфејса и увођењу декларативне синтаксе у језик. У том контексту настало је радно окружење *SwiftUI* које одликује могућност брзог креирања концизних и ефикасних решења.

Уопштено

SwiftUI је радно окружење које служи за израду апликација са графичким интерфејсом погодним за све *Apple* платформе, користећи моћ програмског језика *Swift* са што мање кода. Омогућава креирање разноврсних апликација уз само један скуп алата и програмског интерфејса апликације (енг. *Application Programming Interface, API*).

Основна структура

У склопу овог радног окружења добија се велики број погледа (енг. *views*), контрола и распоредних структура (енг. *layout structures*) који олакшавају процес израде корисничког интерфејса апликације. Уз то садржи 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 помоћу протокола *App* и попуњава се сценама које садрже погледе чији скуп чини кориснички интерфејс апликације. *SwiftUI* омогућава и креирање нових погледа, једини услов је да тај поглед имплементира протокол *View*. Нови поглед се може комбиновати са другим, корисничким или погледима радног окружења, као што су текстуална поља, слике и многи други да би се направили комплекснији погледи који ће бити погодни за све кориснике апликације.

Карактеристике

Основна карактеристика која издваја радно окружење *SwiftUI* од радног окружења *UIKit* је другачија програмска парадигма, конкретно декларативна синтакса. Више о разликама ова два радна окружења биће описано у поглављу 2.5 - Разлика између радних окружења *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 значјна уштеда времена приликом писања новог кода и одржавања већ постојећег. Пример кода у *SwiftUI*-у приказан је у делу 2.38 - *Пример SwiftUI кода*. Модификатор `@State` биће објашњен у делу 2.5 - Станје и ток података.

```
1 // Ucitavanje SwiftUI radnog okruzenja
2 import SwiftUI
3
4 // Kreiranje strukture koja ce sadrzati glavni pogled
5 struct Content : View {
6
7     // Definisanje promenljive 'recepti'
8     @State var recepti = RecepModel.listaRecepata
9
10    // Definisanje tela pogleda
11    var body: some View {
12        // Izlistavanje svih recepata kroz listu
13        List(recepti.stavke, action: recepti.izabranaStavka) { recept
14            in
15                // Prikaz slike
16                Image(recept.slika)
17                // Definisanje vertikalnog skupa elemenata
18                VStack(alignment: .leading) {
19                    // Prikaz teksta
20                    Text(recept.ime)
21                    // Prikaz teksta sive boje
22                    Text(recept.vremePripreme)
23                        .color(.gray)
24                }
25            }
26        }
```

Пример кода 2.38: *Пример SwiftUI кода*

Стање и ток података

Декларативно програмирање омогућава 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 о томе. Ово се постиже променљивим стањима и везивањем, чиме се подаци везују за конкретне погледе. Тиме се остварује једини извор истине⁶ (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 остваривањем јединог извора истине:

- *State* - Омогућава локално управљање стањем корисничког интерфејса, пример 2.39 - *Омоћачи ћогаћака - State*. Када је променљива означена као *State*, другом погледу се мора проследити са префиксом '\$' уколико се жели омогућити промена њене вредности
- *BindableObject* - Користећи омотач својства *ObservedObject* може се приступити спољашњој референци на модел података који имплементира *ObservableObject* протокол. Уколико је променљива смештена у спољашње окружење, може јој се приступити користећи омотач својства *EnvironmentObject*. Инстанцирање посматрајућег (енг. *observable*) објекта директно у погледу постиже се коришћењем модификатора *StateObject*
- *Binding* - Користи се за дељење референце на једини извор истине, пример 2.40 - *Омоћачи ћогаћака - Binding*
- *Environment* - Подаци сачувани у *Environment-y* се могу делити кроз целу апликацију, пример 2.41 - *Омоћачи ћогаћака - Environment*
- *PreferenceKey* - Прослеђивање података уз хијерархију погледа, од детета ка родитељу
- *FetchRequest* - Управљање трајним подацима који се чувају унутар *Core Data*

⁶Једини извор истине је начин структуирања информационих модела и шеме података тако да се сваки податак обрађује и мења на само једном месту

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

Графички приказ модификатора може се видети на слици 2.6 - *Различи \bar{c} и омощачи \bar{u} огашака.*



Слика 2.6: *Различи \bar{c} и омощачи \bar{u} огашака*

```
1 struct Recept: View {  
2     var recept: ReceptPodatak  
3     @State private var daLiJeOmiljen = false  
4  
5     var body: some View {  
6         VStack {  
7             Text(recept.ime)  
8             // 'OmiljenRecept' je pogled koji sadrzi zvezdicu koja  
9             // označava da li je recept medju omiljenima (puna  
10            // zvezdica - jeste, prazna - nije)  
11            OmiljenRecept(daLije: $daLiJeOmiljen)  
12        }  
13    }  
14}
```

Пример кода 2.39: *Омощачи \bar{u} огашака - State*

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

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
5  var body: some View {
6      Button(action: {
7          // Akcija dugmeta koja menja promenljivu 'daLiJe0miljen'
8          self.daLiJe0miljen.toggle()
9      }) {
10         // Provera promenljive 'daLiJe0miljen' i prikaz
11         // odgovarajuce slike
12         Image(systemName: daLiJe0miljen ? "star.fill" : "star.
13             empty")
14     }
15 }
```

Пример кода 2.40: *Омощачи юогашака - Binding*

```
1 struct Kulinarstvo_widgetEntryView : View {
2     var entry: Provider.Entry
3
4     // Cita podatke za 'widgetFamily' iz okruzenja aplikacije i smesta
5     // ih u promenljivu 'widgetFamily'
6     @Environment(\.widgetFamily) var widgetFamily
7
8     @ViewBuilder
9     var body: some View {
10        // U zavisnosti od promenljive 'widgetFamily' prikazuje se
11        // odgovarajuci widget
12        switch widgetFamily {
13            case .systemSmall:
14                RecipeView(recipe: entry.recipe)
15                    .widgetURL(entry.recipe.url)
16            case .systemMedium:
17                RecipeMediumView(recipe: entry.recipe, ingredients: entry.
18                    recipe.ingredients.count > 3 ? Array(entry.recipe.
19                        ingredients.dropLast(entry.recipe.ingredients.count -
20                            3)) : entry.recipe.ingredients)
21            default:
22                Text(" ")
23        }
24    }
25 }
```

Пример кода 2.41: *Омощачи юогашака - Environment*

Разлика између радних окружења *SwiftUI* и *UIKit*

UIKit и *SwiftUI* су радна окружења развијена од стране *Apple*-а, која по-мажу приликом израде корисничког интерфејса апликације. Генерално, нај-већа разлика између ова два радна окружења је у начину размишљања, како доћи до решења и како то решење касније имплементирати. Ова разлика ће најбоље бити показана на једном конкретном примеру: Форма за пријављивање на одређени сајт, креирање вертикалног скупа елемената, хоризонтално и вертикално центрираних у том скупу, скуп се састоји од два текстуална поља (корисничко име и лозинка) и једног дугмета (са акцијом провере података).

Са *UIKit*-ом мора се 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 би се центрирало текстуално поље, понављање поступка за друго текстуално поље и поновно понављање поступка за дугме.

За разлику од *UIKit*-а, *SwiftUI* се базира на декларативном начину програмирања и коришћењем радног окружења. *SwiftUI* је довољно навести групирање два текстуална поља и дугмета у вертиклани скуп елемената и у ком погледу ће се приказати. Све ситне детаље ће радно окружење одрадити само, онако како је то уобичајено (енг. *default*) дефинисано. Наравно програмер по потреби може и сам променити ове детаље.

Креирање корисничког интерфејса у *UIKit*-у коришћењем само *Swift* кода је веома компликовано, и за веће пројекте готово немогуће. Најчешћи начин израде корисничког интерфејса је коришћењем *Storyboards-a* и *Interface Builder-a*, помоћу којих програмер креира кориснички интерфејс превлачењем, спуштањем и конфигурацијом графичких елемената. У *SwiftUI*-у се кориснички интерфејс изграђује помоћу *Swift* кода. Једноставно се изјасни шта ће бити креирано и радно окружење то уради. Да би процес креирања био бржи и приступачнији, од верзије *Xcode*-а 11, која је изашла у исто време када је представљен *SwiftUI*, постоји могућност прегледа уживо сваког појединачног погледа који је креиран или скупа више погледа одједном. О овоме ће бити више речи у поглављу 2.5 - *Xcode* - преглед уживо.

Уколико се сагледају архитектуре образца, може се приметити да се *UIKit*

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

првенствено базира на *MVC*⁷ обрасцу, док *SwiftUI* користи *MVVM*⁸ образац. За заинтересоване читаоце, постоји могућност комбиновања ова два радна окружења и коришћење *SwiftUI*-а унутар *UIKit* кода, или обратно. Ова тема се оставља читаоцима да сами истраже како се то може постићи.

Xcode - преглед уживо

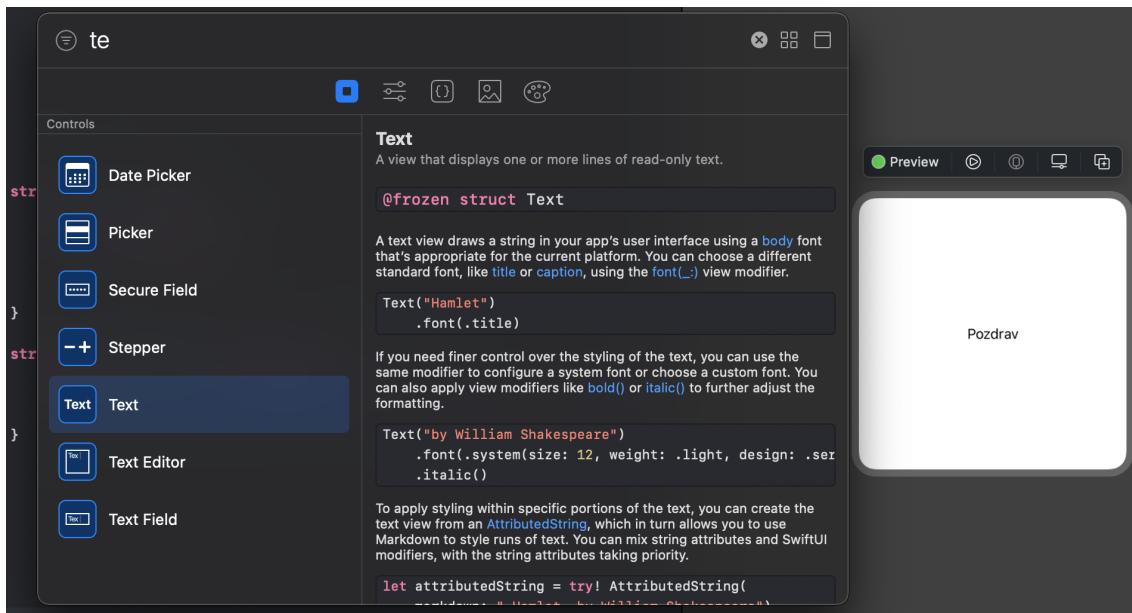
Са представљањем *SwiftUI*-а, *Apple* је представио и нову верзију њиховог ИРО-а *Xcode11*, у коме је додато својство рада у новом радном окружењу као и могућност прегледа уживо сваког погледа. Предност оваквог начина писања кода је пре свега у могућности брзог прегледа измена и то без поновног обнављања (енг. *rebuilding*) апликације, поготово уколико се ради на додању или изменама погледа који се налази дубоко унутар навигације апликације и за који је потребно више кликова и/или превлачења да би се до њега дошло.

Преглед уживо помаже да се и у *SwiftUI*-у користи метод превлачења и испуштања за креирање корисничког интерфејса, који се разликује од претходног који је коришћен унутар *Storyboard*-а, јер сваки елемент се превлачи у део где се пише код и када се испусти тај елемент постаје део кода. Избор графичких елемената може се видети на слици 2.7, док је код програма и приказ уживо након испуштања графичког елемента *Text* приказан на слици 2.8.

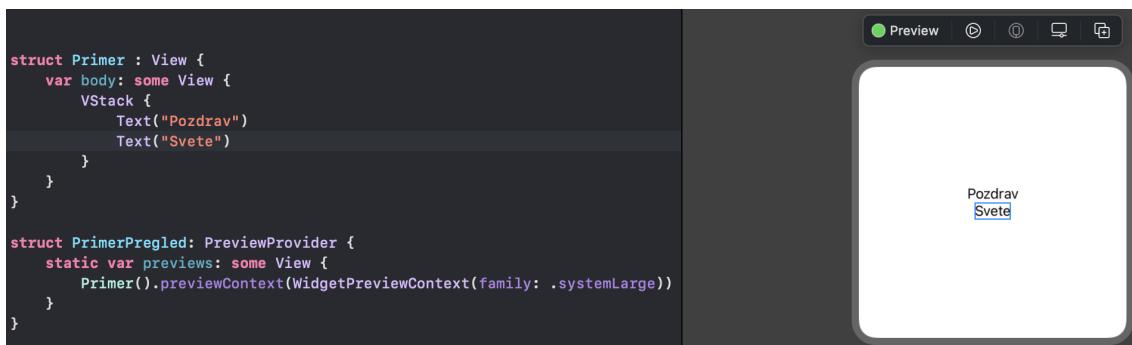
⁷Архитектурни образац Модел-Поглед-Контролер (енг. *Model-View-Controller*) који се заснива на подели на три целине, модел - структура података, поглед - приказ података у корисничком окружењу, контролор - управљање моделом

⁸Архитектурни 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

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT



Слика 2.7: Приказ једнога графичког елемената



Слика 2.8: Код је приказан у предваритивном прегледу

Да би се омогућило коришћење приказа уживо, инстанца жељеног погледа се смешта унутар тела структуре која имплементира протокол *PreviewProvider*, а која служи за живи приказ погледа или групе погледа. Пример употребе структуре која имплементира протокол *PreviewProvider* може се видети у делу 2.42 - *Xcode - уређајег ујаснио*.

```
1
2     struct PlaceholderView : View {
3         var body : some View {
```

ГЛАВА 2. ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИК SWIFT

```
4     Kulinarstvo_widgetEntryView(entry: SimpleEntry(date: Date
5         (), configuration: ConfigurationIntent(), recipe:
6             RecipeModel.testData[0]))
7 }
8
9 // Struktura u kojoj se konfigurise prikaz uzivo
10 struct Kulinarstvo_widget_Previews: PreviewProvider {
11     static var previews: some View {
12         // Grupisanje vise pogleda
13         Group {
14             // Prikaz malog widget-a sa prvim elementom iz liste
15             Kulinarstvo_widgetEntryView(entry: SimpleEntry(date:
16                 Date(), configuration: ConfigurationIntent(),
17                 recipe: RecipeModel.testData[0]))
18                 .previewContext(WidgetPreviewContext(family: .
19                     systemSmall))
20
21             // Prikaz srednjeg widget-a sa skrivenim sadrzajem
22             PlaceholderView()
23                 .previewContext(WidgetPreviewContext(family: .
24                     systemMedium))
25                 .redacted(reason: .placeholder)
26         }
27     }
28 }
```

Пример кода 2.42: *Xcode - преглед уживо*

Након сваке измене која се направи 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 је виђено у примеру кода изнад, преглед уживо не мора приказивати само један поглед, већ се могу груписати различити погледи и сви бити приказани одједном. Предност оваквог приступа је могућност истовременог прегледа старог и новог изгледа погледа, виште величине *widget*-а, истих погледа са светлом и тамном бојом позадине, погледа на различитим језицима...

За оне који желе да истраже виште о овој теми, препорука је да одгледају два одлична 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-a*

Widget, као део мобилне апликације, се налази на почетном екрану уређаја (телефона или таблета) и кориснику приказује одабране важне информације из те апликације. За разлику од *widget-a* у оперативном систему *Android*, који су присутни више од десет година, *widget-i* на Apple платформама су уведени 2020. године, тако да је и сама технологија која подржава њихово креирање и даље у активном развоју.

3.1 Основно

Widget на уређајима са *Apple* платформом узима један од кључних дејства апликације за коју је развијен и приказе га крајњим корисницима тамо где ће га најлакше уочити, на *iPhone-у* и *iPad-у* се може налазити на почетном екрану или у делу *Today View-a*, док се на *Mac* уређајима налази 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) и великих (4x4), а од верзије оперативног система *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 прилагоде себи, али само уколико је у току конструисања *widget-a* од

ГЛАВА 3. УЛОГА И РАЗВОЈ WIDGET-A

стране програмера то омогућено. Више речи о овоме биће у делу 3.2 - Развој Widget-a.

На оперативним системима *iOS* и *iPadOS* галерија има могућност додања паметних гомила (енг. *smart stack*), које могу садржати до 10 различитих *widget*-а исте величине. Паметна гомила у једном тренутку приказује један од *widget*-а 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, стање у саобраћају...)

Siri асистент¹ може и сам 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 система. Још једна могућност коју ово радно окружење пружа је повезивање апликације и самог *widget*-а, што омогућава кориснику да отвори апликацију притиском на *widget* и аутоматски оде на одговарајући поглед из *widget*-а када жели да види детаљније податке. Мора се обратити пажња код оваквог начина комуникације јер *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-a

Widget је ништа друго до заправо само један *SwiftUI* поглед. *Widgeti* су тренутно једини део оперативних система *Apple* платформа који у потпуности морају бити написани коришћењем радног окружења *SwiftUI*. *Apple* је

¹Интелигентни лични асистент на уређајима са *Apple* платформом

ГЛАВА 3. УЛОГА И РАЗВОЈ WIDGET-A

отпочетка развоја *widget-a* имао на уму овакву идеју, због начина приказивања и само повременог ажурирања података, као и немогућности корисничке интеракције са самим *widget-има* (осим једноставног клика којим се отвара одређени део апликације).

Додавање *widget* додатка апликацији

Шаблон за *widget* додатак креира основне компоненте потребне за његову израду. Унутар овог додатка корисник креира све потребне *widget-e* за своју апликацију, независно од њиховог броја и величине. У одређеним ситуацијама различити типови *widget-a* могу бити одвојени у посебним додацима. Ово се најчешће односи када један тип *widget-a* 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*-у и изабрати *File -> New -> Target*
2. Из групе *Application Extension*, изабрати *Widget Extension* и кликнути *Next*
3. Унети име додатка и изабрати тим који ради на пројекту
4. Уколико *widget* подржава конфигурацију од стране корисника, штиклирати поље *Include Configuration Intent*
5. Кликнути на дугме *Finish*

Додавање детаља конфигурације

Као што је већ напоменуто, шаблон *widget* додатка пружа иницијалну имплементацију *widget-a* која имплементира *Widget* протокол. Два могућа начина конфигурације *widget-a* су статичка (енг. *StaticConfiguration*) и конфигурација са сврхом (енг. *IntentConfiguration*).

Статичка конфигурација се користи за *widget-e* 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-e* чији одређени параметри могу бити конфигурисани од стране корисника (на пример, системска

ГЛАВА 3. УЛОГА И РАЗВОЈ WIDGET-A

апликација 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 програмер приликом додања *widget* додатка штиклира 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 протокол *TimelineProvider* и кроз временску линију коју производи 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 у делу: 3.2 - *Intent*

Пример почетне статичке конфигурације *widget-a* може се видети у коду 3.1 - *Widget - њочећна конфигурација*. Да би се подесила боја шеме прослеђује се променљива '*colorScheme*' којом се боја *widget-a* усклађује са системском бојом уређаја. Променљива '*kind*' служи за јединствену идентификацију типа *widget-a*.

```
1 struct KulinarstvoSecondWidget: Widget {
2     @Environment(\.colorScheme) var colorScheme
3
4     let kind: String = "KulinarstvoSlasnoIEfikasnoSecondWidget"
5
6     var body: some WidgetConfiguration {
7         StaticConfiguration(kind: kind, provider: SecondProvider()
8             ) { entry in
9                 KulinarstvoSecondWidgetEntryView(entry: entry)
10            }
```

ГЛАВА 3. УЛОГА И РАЗВОЈ WIDGET-A

```
10     .configurationDisplayName("Recept na klik")
11     .description("Dodaj svoje omiljene recepte na pocetni
12         ekran")
13     .supportedFamilies([.systemLarge])
14 }
```

Пример кода 3.1: *Widget - почетна конфигурација*

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 коришћењем 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. 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. Могу се приказати подразумевани, унапред одређени подаци, или се могу користити подаци који чувају место правим подацима (енг. *placeholder*). У примеру 3.2 - *Widget - placeholder* може се видети креирање погледа чувара места (енг. *placeholder view*) коришћењем статичких података који су увек доступни, и конкретан приказ тог чувара места у прегледу уживо са сакривеним подацима (енг. *redacted data*) - приказ како ће корисник видети *widget* док не пристигну конкретни подаци у неким ситуацијама.

```
1 struct PlaceholderView : View {
2     var body : some View {
3         Kulinarstvo_widgetEntryView(
4             entry: SimpleEntry(date: Date(), configuration:
5                 ConfigurationIntent(), recipe: Datafeed.shared.
6                 favRecipes[0], parameterToShow: MainParameter.
7                 Sastojci.rawValue))
8     }
9 }
```

ГЛАВА 3. УЛОГА И РАЗВОЈ WIDGET-A

```
6     }
7
8     struct Kulinarstvo_widget_Previews: PreviewProvider {
9         static var previews: some View {
10            PlaceholderView()
11                .previewContext(WidgetPreviewContext(family: .
12                                systemLarge))
13                .redacted(reason: .placeholder)
14        }
}
```

Пример кода 3.2: *Widget - 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

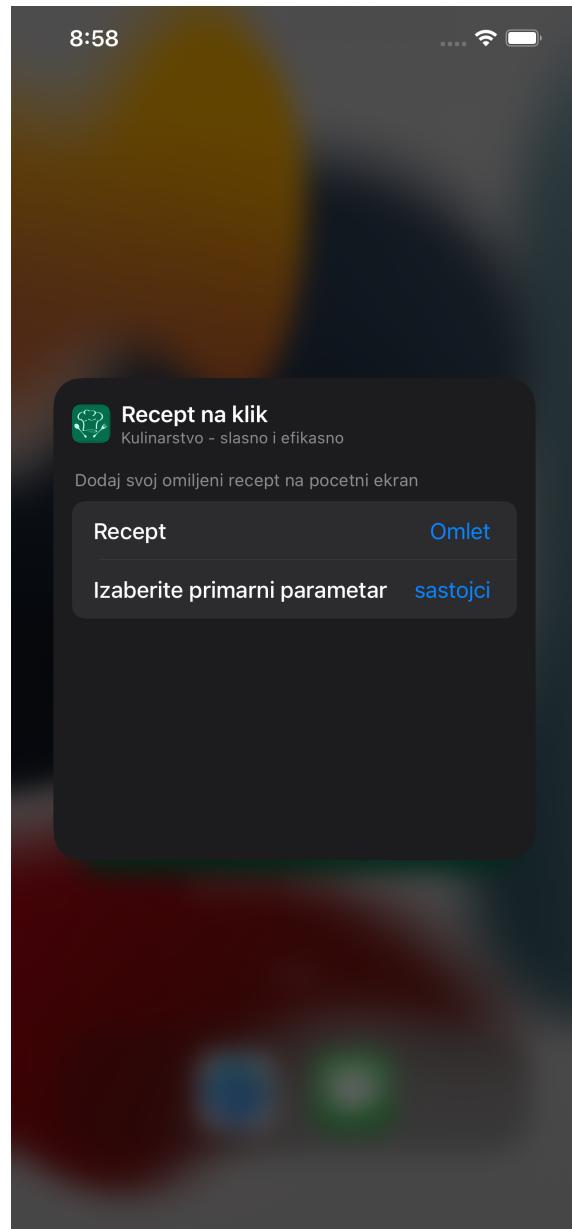
Widgeti представљају погледе који не интерагују са корисницима, односно не подржавају интерактивне елементе, као што су поглед *Scroll* и дугме *Switch*. Једна врста интеракције корисника са *widget-ом* постиже се омогућавањем конфигурације *widget-a* од стране корисника коришћењем конфигурације *Intent*, у којој се наводе сви параметри које корисник може да промени (и дозвољене вредности за те параметре).

Да би се додали параметри које корисник може да конфигурише постоје предуслови који се морају испунити:

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

ГЛАВА 3. УЛОГА И РАЗВОЈ WIDGET-A

На слици 3.1 се може видети како изгледа конфигурација једног *widget-a* са два параметра, први за избор рецепта који ће у *widget-y* бити приказан и избор примарног параметра уз опис рецепта (састојци или припрема).



Слика 3.1: Конфигурација *widget-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 може се конфигурисати који део апликације ће бити приказан кориснику у зависности од елемента унутар *widget-a* на који је кликнуо. Свим величинама *widget-a* може бити додат модификатор *widgetURL(_ :)*, којим се одређује у који део апликације ће корисник бити одведен када кликне на *widget*.

За све величине *widget-a*, осим малих, може се користити и веза (енг. *Link*) која се додаје једном погледу унутар *widget-a*, којом 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 модификатор *widgetURL(_ :)*. Овај модификатор ће бити активиран уколико корисник кликне на поглед унутар *widget-a* који нема дефинисану везу и биће отворена апликација без додатне навигације од стране *widget-a*. У примеру кода 3.3 - *Везе унутар widget-a* приказана је употреба модификатора *widgetURL(_ :)* за мале *widget-e*, као и употреба веза за средње и велике *widget-e*.

```
1 struct Kulinarstvo_widgetEntryView : View {
2     var entry: Provider.Entry
3     @Environment(\.widgetFamily) var widgetFamily
4
5     @ViewBuilder
6     var body: some View {
7         switch widgetFamily {
8             case .systemSmall:
9                 ImageRecipeView(recipe: entry.recipe, isSmallView:
10                     true)
11                     .widgetURL(entry.recipe.url)
12             case .systemMedium:
13                 Link(destination: entry.recipe.url ?? URL(
14                     fileURLWithPath: ""))
15                     RecipeMediumView(recipe: entry.recipe, listName:
16                         entry.parameterToShow)
17             case .systemLarge:
18                 Link(destination: entry.recipe.url ?? URL(
```

ГЛАВА 3. УЛОГА И РАЗВОЈ WIDGET-A

```
17         fileURLWithPath: "") {
18             RecipeLargeView(recipe: entry.recipe,
19                             mainParameter: entry.parameterToShow)
20         }
21     default:
22         Text(" ")
23     }
}
```

Пример кода 3.3: Везе унущар widget-a

Више widget-a у једном проширењу

Уколико постоји потреба за коришћењем више различитих типова *widget-a* у једном проширењу, то се може лако постићи уз само пар измена главног дела проширења, означеног анотацијом `@main`. Уместо протокола *Widget* главна структура мора имплементирати протокол *WidgetBundle*. Тело структуре сада имплементира протокол *Widget* и додата је анотација `@WidgetBundleBuilder`. Приказ употребе више типова *widget-a* у једном проширењу може се видети у примеру 3.4 - *Више widget-a у једном проширењу*.

```
1 @main
2 struct ReceptWidgets: WidgetBundle {
3     @WidgetBuilderFactory
4     var body: some Widget {
5         DetaljanPrikazReceptaWidget()
6         ListaRecepataWidget()
7         SpisakZaKupovinuWidget()
8     }
9 }
```

Пример кода 3.4: Више widget-a у једном проширењу

3.3 Дизајн *Widget-a*

Главна улога *widget-a* је приказивање садржаја који кориснику пружа корисне информације без покретања апликације. Самим тим подаци морају бити тачни и релевантни за корисника, сам *widget* би требао бити конфигу-

ГЛАВА 3. УЛОГА И РАЗВОЈ WIDGET-A

рабилан како би кориснику дозволио одређену врсту слободе приликом коришћења и дизајниран тако да одговара апликацији којој припада.

Фокус *Widget-a*

Подаци које *widget* приказује треба да буду минималистички, да одговарају величини *widget-a* (већа величина треба да повлачи и већу количину података) и да буду временски и кориснички релевантни. Први корак у дизајну *widget-a* је избор дела апликације који ће тај *widget* представљати.

Свака величина *widget-a* која је омогућена за додавање из галерије треба да садржи одређену количину информација која је пропорционална тој величини. Не сме се дозволити да неколико величине *widget-a* приказују исте податке, али истовремено приликом додавања нових података се мора водити рачуна о почетној идеји, односно делу апликације које тај *widget* треба да представља. Уколико не постоји довољна количина података за веће *widget-e* одређене величине могу бити искључене из понуде кориснику.

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

Ажурирни подаци

Да би *widget-i* могли да пружају корисне и прецизне информације морају бити ажурирани. *Widget-i* не подржавају ажурирање у реалном времену, а и сам систем може ограничити ажурирање *widget-a* у зависности од корисничког понашања и интеракције са њим, па се мора пронаћи начин на који ће подаци у *widget-y* увек бити релевантни.

Потребно је пронаћи оптимално време за ажурирање података у *widget-y*, узимајући у обзир колико се сами подаци које *widget* приказује често мењају. Једна корисна информација која се може приказати уз временски зависне податке је поље које ће представљати датум и време када су подаци последњи пут ажурирани. За одређене податке се може искористити помоћ система за одређивање датума и времена (на пример, *widget* који приказује време у које ће се огласити аларм, истовремено може приказивати 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 могао да пружи релевантне информације (на пример, књига коју корисник тренутно чита и његов прогрес у апликацији *Apple Books*), док поједини *widgeti* могу то изоставити (на пример, најновије вести). Уколико је *widget* конфигурабилан, потребно је да подешавања буду једноставна и да се не захтева превише информација од корисника. Кориснички интерфејс за измену *widget-a* је унапред одређен и исти за све *widget-e*, као што је показано у делу 3.2 - *Intent*.

Дизајн прилагођен свима

Widgeti треба да буду јарких боја како би се истицали на екрану, али истовремено и јасно видљив текст како би корисник могао да види све потребне информације након откључавања или непосредно пре закључавања уређаја. *Widget* треба прилагодити апликацији коју представља (боје, фонт текста, јединствени елементи...), док истовремено не треба истицати превише елемената који ће указивати на апликацију (лого, име) јер се тиме само непотребно заузима простор унутар *widget-a* који се може боље искористити.

Количина информација која ће бити приказана у *widget-u* мора бити оптимална. Уколико се прикаже премало информација *widget* неће имати пре велики значај за кориснике, док превише информација на мало простора отежава читање и разумевање података.

Једна од ставки која се не сме заборавити у данашње време је израда дизајна *widget-a* за обе врсте боја системске позадине (светле и тамне). Дизајн *widget-a* се не сме разликовати од системске боје позадине јер ниједан корисник не жели видети таман текст на светлој боји позадине уколико је изабрао тамну системску боју позадине. Приликом израде обе врсте дизајна може помоћи *Xcode preview* који омогућава истовремено сагледавање оба дизајна, упоређивање и исправљање евентуалних недостатака.

Apple саветује да се никад не користи фонт текста мањи од 11 поена². Коришћење мањег фонта би корисницима знатно отежало употребу *widget-a*. Увек треба користити званичне елементе за приказ текста, како би се омогу-

²Apple-ов израз за „број који треба уписати у поље”, универзална мера у дизајну на Apple платформама

ГЛАВА 3. УЛОГА И РАЗВОЈ WIDGET-A

ћила скалабилност као и системско читање текста.

Пажњу треба обратити на дизајн прегледа *widget-a* унутар галерије, за све типове и величине који *widget* подржава, као и приказ чувара места уместо реалних података уколико они нису пристигли на време са сервера и не постоје подразумевани подаци. Уколико се исти елементи налазе у апликацији и истовремено на *widget-u* потребно је да имају исту функционалност јер би у супротном корисници били збуњени.

Потребно је искористити могућност приказа описа *widget-a* у галерији и саставити кратак и јасан опис функционалности *widget-a*. Груписање свих величина једног типа *widget-a* са јединственим описом је погодно корисницима апликације, пре свега због једноставности разумевања коришћења *widget-a*.

Глава 4

Опис апликације

Почетни екран

Омиљени и моји рецепти

Детаљан приказ рецепта

Креирање новог и измена постојећег рецепта

Приказ *widget-a*

Даљи планови и могућа унапређења

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. Swift.org, 2021. on-line at: <https://www.swift.org/>.
- [8] StackOverflow. Stack overflow. on-line at: <https://stackoverflow.com/>.