Vývoj mobilnej aplikácie pre platformu iOS určenej na zobrazovanie rozvrhov.

Úvod

Zobrazenie rozvrhu je jednou z rutinných činností, ktorá čaká študenta na začiatku každého semestra. Túto operáciu vykonávajú pravidelne rádovo tisíce študentov, väčšinou aj opakovane. Z tohto dôvodu sú čas a námaha venovaná optimalizácií procesu vyhľadania a zobrazenia rozvrhu na mieste. S rozširovaním informačných technológií pribúdajú možnosti prístupu k informáciám. Obdobie, kedy jediným prostriedkom prístupu k informáciám uloženým na webe bol počítač (či už klasický stolový, alebo notebook) sú dávno preč. Momentálnym trendom sú mobilné zariadenia, ako smartphony alebo tablety, ktoré sú schopné nielen pristupovať k informáciám z web-u, ale v mnohom zastúpia alebo predčia funkcionalitu ponúkanú klasickými počítačmi. Kedže tieto zariadenia sú rozšírené v značnej miere najmä u mladej generácie, je vytvorenie mobilnej aplikácie, ktorá by služila študentom pri každodennej dochádzke správnym ťahom. Potenciál využitia takejto aplikácie je vysoký.

Aplikácia ktorá slúži na zobrazovanie rozvrhu (ale aj každá iná) by sa mala snažiť dosiahnuť čo najväčší používateľský komfort. Používateľským komfortom sa rozumie pohodlie používateľa pri interagovaní s aplikáciou, ktoré je ovplyvnené množstvom rôznych faktorov (tieto faktory sú priblížené v nasledujúcej kapitole).

1. **Súčasný stav**

Možnosti aké má súčasný študent Ekonomickej Univerzity v Bratislave, ak chce zistiť svoj rozvrh je pár.

* 1. **Lookin**

Po zadaní kľúčových slov „euba rozvrh“ do webového vyhľadávača Google ako prvý odkaz smeruje na desktopovú aplikáciu Lookin. Tento program je voľne stiahnuteľný na stránkach Ekonomickej Univerzity v Bratislave v sekcii „Rozvrh výučby“. Návod na nainštalovanie Lookinu je zdokumentovaný v niekoľkostranovom pdf súbore, ktorý je taktiež dostupný na vyššie spomenutej webovej stránke. Tento súbor obsahuje (okrem nepropocionálne roztiahnutých obrázkov, pravopisných chýb a množstva nefunkčných odkazov) krok za krokom postup k úspešnému nainštalovaniu a spusteniu programu Lookin. Keďže program vyžaduje na svoju obsluhu naštudovanie dokumentu, nový používateľ to má náročnejšie.

Po stiahnutí Lookin-u je tento súbor potrebné nakopírovať ho do vhodného priečinku na disku C. To vyžaduje vytvorenie niekoľkých adresárov z toho dôvodu, že tento program používa absolútne adresovanie ciest. Ďalším krokom je stiahnutie databázového súboru z rovnakej stránky, ktorý obsahuje samotný rozvrh pre daný semester. Následne po spustení Lookin-u je potrebné lokalizovať databázový súbor a dať ho načítať. Po tomto kroku sa nám zobrazí rozvrh, ale netreba sa tešiť predčasne, kedže je nevyhnutné krokmi v priloženom návode zvoliť svoju fakultu, ročník, odbor a číslo krúžku. Následným filtrovaním vo výsledkoch si užívateľ dokáže zobraziť aj nepovinné a voliteľné predmety.

Zobrazený rozvrh sa nedá vytlačiť ani exportovať do iných súborov, takže ak si ho chce užívateľ opätovne zobraziť je potrebné prejsť popísanými krokmi znovu (okrem sťahovania a vytvárania cieľových priečinkov samozrejme).

Nie je potrebné pripomínať (kedže cesta ku programu musí byť c:WinRozvrhy/Exe/Lookin.exe), že tento program je dostupný iba pre používateľov operačného systému spoločnosti Microsoft. Takže používatelia iného operačného systému ako Windows si svoj rozvrh nezobrazia.

Študenti túto aplikáciu neobľubujú, ale kedže nemá vhodnú alternatívu, sú naďalej nútení ju používať aj napriek tomu, že žijeme v informatizovanej spoločnosti a aplikácie s taktouto vysokou využiteľnosťou by sa mali ovládať a vyzerať diametrálne odlišne ako je tomu teraz.

Lookin spolu s neprehľadným akademickým informačným systémom je v rozpore s dobrým virtuálnym imidžom, ktorý sa snaží budovať moderná hlavná stránka Ekonomickej univerzity v Bratislave.

* 1. **UniApps**

Alternatívou Lookinu je komplexná multiplatformová aplikácia UniApps. Po spustení aplikácie je užívateľ vyzvaný na výber univerzity, kedže túto aplikáciu využíva viacero škôl na Slovensku, ale aj v Českej republike. Aplikácia je integrovaná s akademickým informačným systémom a pre jej spustenie je potrebné vygenerovať v AIS v sekcii „Správa používateľov“ kód a následne ho v aplikácií vložiť pre identifikáciu používateľa.

Po prihlásení je potrebné otvoriť ľavé menu a zvoliť položku „Rozvrh“. Zobrazí sa kalendár, ktorý je však prázdny. Vyučujúcimi hodinami ho naplníme tak, že v pravom hornom rohu klikneme na ikonu nastavenia, kde si vyberieme svoj ročník, odbor a skupinu. Zobrazí sa nám kalendá s hodinami, ktoré si pridáme do svojho kalendára kliknutím na plus ikonu, ktorá je umiestnená vedľa každého predmetu. Po ukončení pridávania hodín potvrdíme tento výber tlačidlom hotovo pravom hornom rohu. Ak sa používateľ odhlási z aplikácie a prihlási na inom zariadení, prispôsobený rozvrh mu ostane v platnosti.

Aplikácia ponúka okrem zobrazenia rozvrhu aj ďaľšiu funcionalitu ako zobrazovanie headlinov z rôznych médií, plánovanie mhd, menu v jedálňach atď.

Keďže používateľ tejto aplikácie si musí ručne vyselektovať vyučovacie hodiny, ktoré mu prislúchajú, je táto aplikácia bez predchádzajúcej vedomosti o svojom rozvrhu nepoužiteľná. Fakt, že ponúka množstvo informácií rôzneho druhu, je na úkor jej prehľadnosti. Takisto je potrebné spomenúť, že nie všetky možnosti, ktoré nám ponúka sú funkčné, respektíve aktuálne.

* 1. **Porovnanie aplikácií na zobrazovanie rozvrhu s inými univerzitami**

Pre porovnanie som si vybral systém, ktorý používa Slovenská technická univerzita. Ak študent tejto univerzity chce vedieť, aký je jeho osobný rozvrh, musí byť registrovaný v systéme ais. Po prihásení nájde na svojej domovskej stránke odkaz na „Zobrazenie a tlač rozrvhov“. Po kliknutí na tento link je používateľ odnavigovaný na stránku, kde si môže zobraziť svoj rozvrh, alebo po zadaní príslušných kritérií si zobrazí rozvrh akéhokoľvek iného študenta alebo učiteľa. Je možné si vybrať v akom formáte sa požadovaný rozvrh má otvoriť (HTML, PostScritpt, PDF ...).

Po zobrazení príslušného rozvrhu je možné vidieť detaily jednotlivých hodín, ako názov predmetu, miestnosť a meno vyučujúceho (podobne ako v Lookin). Prednášky su viditeľne odlíšené pomocou rámika okolo jednotlivej hodiny. Po kliknutí na jednotlivú položku, napr. meno učiteľa je používateľ presmerovaný na profil učiteľa, kde môže vykonávať rozličné operácie. Je možné vidieť kontakt na vyučujúceho, aké predmety a kedy vyučuje, jeho/jej publikačnú činnosť, akým prácam je vedúci, resp. oponent a mnohé ďaľšie.

Výhodou takéhoto prístupu je, že používateľ si nemusí sťahovať ďalší software, ani databázové súbory každý semester, respektíve ak je zverejnená novšia verzia. Prístup k rozvrhu má priamo vo svojom ais profile, na ktorý sa prihlási z ľubovoľného webového prehliadača.

* 1. **Nová aplikácia**

Mojou motiváciou je vytvoriť aplikáciu na prezeranie rozvrhu tak, aby som sa vyvaroval slabých miest vyššie spomenutých riešení a vylepšil ich silné stránky. Aby bolo niečo také vytvoriť je dôležité sa vžiť do úlohy používateľa tejto aplikácie. Čo teda používateľ uprednostňuje a kde sú jeho preferencie pri používaní aplikácií, resp. informačných systémov. Najmä keď cieľovú skupinu používateľov tvorí najmä široká verejnosť, kde počítame s tým, že gramotnosť pri používaní informačných technológií, resp. počítačovej gramotnosti môže byť na nízkej úrovni.

Hlavé pravidlo je: „Nenúť používateľa rozmýšľať!“[[1]](#footnote-1). Používateľ je lenivý tvor, ktorý sa môže v ktoromkoľvek momente ukončiť prácu s aplikáciou a nahradí ju za konkurenčnú. Tomuto sa snažíme predísť za každých okolností. Už na prvej obrazovke po spustení daného softwaru musí byť používateľovi bez dlhšieho zamyslenia jasné čo má robiť, ako pokračovať, aká je jeho úloha. Napríklad: čo má vyplniť do formulára pri registrácií (aké sú povinné a nepovinné polia), vložiť sms kód do textového poľa, alebo ako vykonať jednoduchú akciu akou je vymazanie emailu zo schránky. Na čo sa používajú zaužívané postupy z reálneho života, ako spomínané zmazanie emailu sa vykoná po stlačení ikony s košom. Známy je prípad kedy do rúk dieťaťa vložili tablet s aplikáciou na prezeranie rozprávkových kníh. Aj keď dieťa nikdy predtým takýto nástroj v rukách nedržalo, bez ďalších inštrukcií prirodzene vedelo, ako posúvať zobrazované stránky v aplikácií. Použilo rovnaké gestá ako pri obyčajnej papierovej knihe. Toto je dobrý príklad na test použiteľnosti (tzv. usability testing).

Odliadnuc od testu použiteľnosti, ďaľším faktorom komfortu používateľa je čas strávený používaním aplikácie na dosiahnutie konkrétneho výsledku. Tento čas sa návrhári softwaru snažia minimalizovať čo najviac, aby príliš dlhými formulármi a komplikovanou navigáciou používateľovi nekazili dojem a neznechutli jej ďalšie používanie. V našom prípade sa pokúsime znížiť počet klikov potrebných na zobrazenie rozvrhu.

**1.5.** iOS a Android na slovenskom a zahraničnom trhu

Najnovšia štatistika rozšírenia mobilných operačných systémov na Slovensku hovorí, že majoritný podiel na tomto trhu si s takmer 70% drží operačný systém Android od spoločnosti Google. Nasleduje iOS (mobilný operačný systém inštalovaný v apple produktoch) s 18% a minoritný podiel od jedného do troch percent majú systémy Windows Phone, SymbianOS, Series 40, LG a Sont Ericson (usporiadané zostupne)[[2]](#footnote-2).

Na druhej strane, v Spojených štátoch amerických je podiel iOS a Androidu vyrovnanejší. Operačný systém od Googlu prevyšuje iOS o necelých 10% a tak dominuje s 51,5 percentami a iOS má 41,8%[[3]](#footnote-3).

Najväčšou výhodou Androidu oproti iOs je široká škála mobilných zariadení, na ktorých je tento systém nainštalovaný. Keďže zdrojový kód Androidu je vydaný pod licenciou Apache, výrobcovia zariadení, mobilní operátori a vývojári môžu tento kód nielen použiť, ale aj voľne meniť[[4]](#footnote-4). Výrobcovia mobilných zariadení na čele so spoločnosťou Samsung zásobujú trh množstvom telefónov a tabletov, od najlacnejších a najmenej vybavených až po drahé a výkonné. Takýmto prístupom si zabezpečia vedúce postavenie na trhu s mobilnými aplikáciami aj v rozvojových krajinách. Problém Androidu nastáva v jeho aktualizáciách. Keďže každý výrobca si do operačného sytému dopĺňa svoje features a výsledkom je fakt, že hoci Google vydá novú verziu Androidu, dostanú sa k nej iba používatelia, ktorí si zakúpia najnovšie zariadenia. Upgradnut Android na starších zariadeniach bez straty záruky je možné iba s dovolením predajcu hardwaru. Nezriedka nastanú situácie, kedy najnovší Android má 5,3%[[5]](#footnote-5) všetkých android zariadení, pričom iOS7 je nainštalovaných na 87% apple zariadeniach.[[6]](#footnote-6)

Na druhej strane, Apple má marketing ako žiadna iná firma na svete. Majitelia svoje produkty milujú,a to najmä pre vertikálnu integráciu, na ktorej funguje všetko takmer dokonale. Zariadenia Apple dokážu osloviť používateľov svojím dizajnom. V tomto ponímaní má značne navrch nad konkurenčným Androidom. Na druhej strane zariadania s iOS si môžu dovoliť ľudia, ktorí nemajú až tak hlboko do vrecka, kedže cena najnovších modelov mobilných telefónov sa pohybuje okolo sumy 700 euro[[7]](#footnote-7).

**1.6. iOS**

iOS (v minulosti iPhone OS) je mobilný operačný systém vyvinutý a distribuovaný spoločnosťou Apple Inc. Tento systém bol na trh uvedený v roku 2007. Pôvodne bol určený pre telefón iPhone. O niekoľko mesiacov neskôr bol rozšírený tak, aby podporoval aj zariadenia iPod Touch (September 2007), nasledovali iPad (Január 2010), iPadMini (November 2012) a z druhej generácie zariadení aj Apple Tv (September 2010). Na rozdiel od Windows Phone (operačný systém pre mobilné zariadenia od spoločnosti Microsoft) a Android (Google), iOS nie je možné nainštalovať na zariadenia iného typu ako Apple. Do októbra 2013 App Store (virtuálny obchod na distribúciu aplikácií postavených na platforme iOS) obsahoval viac ako 1 milión iOS aplikácií, z ktorých polovica bola optimalizovaná pre iPad. Tieto apliácie boli sumárne stiahnuté viac ako 60 miliárd krát. Vo štvrtom kvartáli roka 2012 iOS používalo 21 percent mobilných zariadení na trhu, viedol Android.

Užívateľské rozhranie iOS je založené na koncepte priameho ovládania pomocou dotykových gest. Medzi elementy slúžiace na ovládanie užívateľského rozhrania sú posúvateľné obrazovky, prepínače a tlačidlá. Užívateľ interaguje s aplikáciami pomocou gest, ako sú: posunutie, ťuknutie, stlačenie, z ktorých každé má svoju úlohu v rámci operačné systému iOS. Niektoré aplikácie na detekciu trasenia, alebo rotavania s týmto zariadením používajú akcelerometre vstavané priamo v mobilnom zariadení (výsledkom môže byť otočenie obrazovky z módu portrét na mód krajina).

IOS zdieľa s OS X (UNIX operačný systém určený pre desktopové počítače od Apple) frameworky ako Core Fundation a Fundation. Avšak rozdiel je v UI sade, ktorú používajú. Na rozdiel od iOs, ktoré používa Cocoa Touch, OS X používa Cocoa. Z tohto dôvodu iOS aplikácie nie sú kompatibilné s OS X aplikáciami[[8]](#footnote-8). Hlavné verzie iOS sú vydávané ročne cez iTunes. Aktuálna verzia (7) iOS bola vydaná v 18. septembri 2013[[9]](#footnote-9).

**1.7. iOS SDK (Software development kit)**

V praxi iOS SDK reprezentuje množinu nástrojov určných vývojárom softwaru a aplikácií na platforme iOS. Obsahuje nástroj na odladenie programu (debugger), knižnice, frameworky, simulátory zariadení (iPad, iPhone rôzne verzie), dokumentáciu a ukážky kódu. Pri počiatočnom zverejnení iOS (január 2007) nebolo dovolené tretím stranám vytvárať aplikácie pre túto platformu. Steve Jobs tento krok odôvodnil tak, že developeri môžu vytvárať webové aplikácie, ktoré by vypadali a chovali sa ako iPhone aplikácie. Napriek tomu už 17. októbra toho istého roku Jobs oznámil na oficiálnom blogu Apple, že SDK bude sprístupnené tretím stranám vo februári nasledujúceho roku. SDK bolo vydané 6. Marca 2008 a umožňuje vývojárom vytvárať aplikácie pre iPhone a iPodTouch, a taktiež ich testovať na simulátore daného zariadenia. Ak chce vývojár svoju aplikáciu vložiť do vlastného zariadenia, musí zaplatiť poplatok za tzv. iOS developer program, ktorý je vo výške 99 amerických dolárov za rok. Developermi vytvorené aplikácie sú zákazníkom distribuované prostredníctvom App store. Podľa dohody, s ktorou musí vývojár súhlasiť, ak chce distribuovať svoju aplikáciu, ak niekto zakúpi danú aplikáciu 70% z ceny ide vývojárovi a 30% si berie App store.

Obsah SDK pozostáva z nasledovných častí:

* Cocoa Touch
* Media
* Core Services
* Mac OS X Kernel

**Cocoa touch** je UI (user interface) framework. Je postavený na Mac OS X Cocoa API (application programming interface) a ako on, je primárne napísaný v jazyku Objective-C. Tak ako Cocoa, aj Cocoa touch je založený na MVC (model view controller) software architektúre. Medzi jeho hlavné funkcie patria:

* Core animácie
* Multitasking
* Rozpoznávanie gest[[10]](#footnote-10)

Medzi **Media** patria napríklad OpenAL, Quartz, OpenGL ES a ďaľšie technológie. OpenAL (open audio library) je multiplatformové audio API. Jeho úlohou je efektívne rendrovanie multikanálového trojdimenzionálneho priestorového zvuku. Quartz sa skladá z dvoch technológií a to Quartz 2D a Quartz Compositor. Tie sú zodpovedné za 2D renderovanie a Quartz Compositor posiela inštrukcie grafickej karte. Quartz je často zamieňaný ako synonymum Core graphics. OpenGL ES je subset OpenGL API na rendrovanie počítačovej grafiky, najmä 2D a 3D grafiky použitej počítačovými hrami.

Vrstva **Core services[[11]](#footnote-11)** obsahuje základné systémové servisy pre aklikácie. Kľučové sú Core foundation a Foundation frameworky, ktoré použivajú všetky aplikácie. Táto vrstva poskytuje funkcionalitu ako lokácia, iCloud, sociálne siete a networking. Do tejto vrstvy spadá aj ARC (automatic reference counting) technológia, ktorá zjednodušuje process manažovania životného cyklu objektu v Objective-C. Ďalšou užitočnoá technológioa zahrnutá v Core services je SQLite, ktorá umožňuje vložiť do aplikácie lightweight SQL databázu bez toho aby bežala na databázovom servri. Z aplikácie ju možno jednoducho ovládať pomocou SQLite dotazov.

Mac OS X Kernel (XNU)[[12]](#footnote-12) je jadro operačného systému zodpovedné za manažment súborov na disku, pridelovanie energie ostatným komponentom, bezpečnosť, TCP/IP protokol a iné. Pôvodne bol XNU vyvinutý spoločnosťou NeXT pre operačný systém NeXTSTEP. Bolo to hybridné jadro, ktoré sa skladalo z Mach kernel (vytvorený v Carnegie mellon University pomocou 4.3BSD komponentov) a Objective-C API, ktoré slúžilo na tvorbu ovládačov, nazývaný aj Driver Kit. Po tom ako Apple kúpil NeXT, oba komponenty boli vylepšené, a ako celok sa využíva ako jadro operačných systémov.

1.8. Objective - C[[13]](#footnote-13)

Objective-C je primárny programovací jazyk, ktorý sa používa pri tvorbe softwaru pre operačné systémy OS X a iOS. Vyvinul sa z C a Smalltalk jazyka, po druhom menovanom podedil objektovo orientovaný princíp. Objective-C prevzal syntax, primitívne dátové typy a postupnosť tvorby proramu od C. Syntax pre objektoro orientovanú funkcionalitu jazyka je implementáciou Smalltalk štýlu správ (messaging). Keďže Objective-C je tenká vrstva postavená na C, je možné kompilovať ľubovoľný C program s Objective-C kompilátorom. Takisto môže programátok vložiť ku C kódu do Objective-C triedy. Jazyk bol vytvorený v osemdesiatych storočiach minulého storočia v spoločnosti NeXT, ktorá ho zvolila za hlavný jazyk pre svoj operačný systém NeXTSTEP, ktorý je predchodca dnešných OS X a iOS. Zdrojové súbory napísané v tomto jazyku mjú .m súborový suffix, a hlavičkové súbory majú .h príponu, takisto ako v C jazyku.

Špecifikom tohto jazyka sú tzv. messages (správy). Objective-C ako objektovo orientovaný jazyk je založený na posielaní správ inštanciám objektov. Vývojár v tomto jazyku nevolá metódy nad inštanciami tried, namiesto toho im posiela messages (správy). Rozdiel medzi týmito dvomi konceptami je v tom, ako je vykonaný kód, ktorý je referencovaný danou správou, alebo metódou.

V objektovo orientovaných jazykoch, ktoré využívajú metódy (napr. C++), je táto metóda viazaná kompilátorom na nejaký kus kódu, ktorý je definovaný v triede, z ktorej je objekt inštancovaný. V tomto prípade je jasné už od kompilácie (compile-time), aký kus kódu sa zavolá. Interne sa v takýchto jazykoch pristupuje k metódam a funkciám ako „offset“. Tento „offset“ znamená, že ak sa posunieme v pamäti od daného počiatočného bodu o istý počet jednotiek pamäte, nájdeme začiatok hľadanej funkcie. Výhoda tohto postupu je rýchlosť, naopak nevýhodou je, že je menej flexibilný ako nasledovný postup.

V Objective-C je to inak[[14]](#footnote-14). V tomto prípade si Objective-C v runtime drží zoznam všetkých funkcií a metód, o ktorých vie. Každý záznam v tomto zozname pozostáva z dvoch záznamov. Prvý hovorí o názve metódy (známy ako „selector“ metódy), a druhý je adresa v pamäti, kde sa táto metóda/funkcia nachádza. Volanie metódy nad objektom je v tomto prípade odlišné. Keď sa kód kompiluje, kompilátor preloží kód [anObject doMethod:aParameter]; do objc\_msgSend(anObject, @selector(doMethod:), aParameter); (zjednodšene povedané, reálne to funguje komplexnejšie, všetko je vysvetlené v Apple dokumentácií zameranej na runtime[[15]](#footnote-15)). Funkcia objc\_msgSend() robí nad zoznamom metód tzv. dynamický lookup, kedže pozná jej názov (@selector(doMethod:)), ide po jednotlivých položkách zoznamu a hľadá zhodu. Toto umožňuje programátorom robiť veľmi zaujímavé veci, ako modifikácia tohto listu. Napríklad navzájom vymeniť hodnoty v zozname a tak namiesto toho, aby selektor A vykonal kód A, selektor A môže namiesto toho ukázať kód, na ktorý ukazuje B selektor. Nevýhoda takéhoto prítupu je, že je pomalší oproti predchádzajúcemu (v praxi ide o nanosekudny).

1. Don't Make Me Think: A Common Sense Approach to Web Usability (http://books.google.sk/books/about/Don\_t\_Make\_Me\_Think.html?id=g1QBFJxB\_eEC&redir\_esc=y) [↑](#footnote-ref-1)
2. Zdroj: http://style.hnonline.sk/digital-132/android-drvi-apple-aj-ostatnych-ma-najvacsi-podiel-559366 [↑](#footnote-ref-2)
3. http://gadgets.ndtv.com/mobiles/news/android-retains-us-smartphone-market-lead-in-q4-ios-grows-slightly-comscore-479686 [↑](#footnote-ref-3)
4. Zdroj: http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0 [↑](#footnote-ref-4)
5. http://developer.android.com/about/dashboards/index.html?utm\_source=ausdroid.net [↑](#footnote-ref-5)
6. https://developer.apple.com/support/appstore/ [↑](#footnote-ref-6)
7. Zdroj: http://www.alza.sk/search.htm?exps=iphone [↑](#footnote-ref-7)
8. https://developer.apple.com/technologies/mac/cocoa.html [↑](#footnote-ref-8)
9. http://en.wikipedia.org/wiki/IOS\_version\_history [↑](#footnote-ref-9)
10. https://developer.apple.com/library/ios/documentation/miscellaneous/conceptual/iphoneostechoverview/iPhoneOSTechnologies/iPhoneOSTechnologies.html [↑](#footnote-ref-10)
11. https://developer.apple.com/library/ios/documentation/miscellaneous/conceptual/iphoneostechoverview/CoreServicesLayer/CoreServicesLayer.html [↑](#footnote-ref-11)
12. https://developer.apple.com/library/mac/documentation/Darwin/Conceptual/KernelProgramming/Architecture/Architecture.html [↑](#footnote-ref-12)
13. https://developer.apple.com/library/mac/documentation/cocoa/conceptual/ProgrammingWithObjectiveC/Introduction/Introduction.html [↑](#footnote-ref-13)
14. http://davedelong.tumblr.com/post/58428190187/an-observation-on-objective-c [↑](#footnote-ref-14)
15. https://developer.apple.com/library/mac/documentation/Cocoa/Reference/ObjCRuntimeRef/Reference/reference.html [↑](#footnote-ref-15)