

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Miha Zidar

Dostop do podatkov Svetovne banke v orodju Orange

DIPLOMSKO DELO
UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM RAČUNALNIŠTVO
IN INFORMATIKA

MENTOR: prof. dr. Blaž Zupan

Ljubljana, 2016

Rezultati diplomskega dela so intelektualna lastnina avtorja in Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavlanje ali izkoriščanje rezultatov diplomskega dela je potrebno pisno soglasje avtorja, Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.

Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil \LaTeX .

Namesto te strani **vstavite** original izdane teme diplomskega dela s podpisom mentorja in dekana ter žigom fakultete, ki ga diplomant dvigne v študentskem referatu, preden odda izdelek v vezavo!

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Spodaj podpisani Miha Zidar, z vpisno številko **63060317**, sem avtor diplomskega dela z naslovom:

Dostop do podatkov Svetovne banke v orodju Orange

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom prof. dr. Blaža Zupana,
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki "Dela FRI".

V Ljubljani, dne 22. avgust 2016

Podpis avtorja:

Zahvalil bi se mentorju, prof. dr. Blaža Zupana, za pomoč in usmerjanje med izdelavo diplomskega dela. Prav tako bi se za spodbudo zahvalil svojim staršem in prijateljem.

Kazalo

Povzetek

Abstract

1	Uvod	1
1.1	Motivacija	1
1.2	Cilji in struktura diplomske naloge	2
2	Spletni viri indikatorjev držav sveta	3
2.1	Podatki indikatorjev razvoja držav	4
2.2	Podatki podnebnih meritev	8
2.3	Težave pri dostopu	10
3	Knjižnica in gradniki za Orange	13
3.1	Knjižnica simple_wbd	14
3.2	api_wrapper	15
3.3	Grafični vmesnik	16
4	Uvod	17
4.1	Napoved temperature s pomočjo CO2 emisij	17
5	Sklepne ugotovitve	19

Povzetek

Naslov: Dostop do podatkov Svetovne banke v orodju Orange

Avtor: Miha Zidar

Program Orange je prosto dostopno orodje za podatkovno rudarjenje, s katerim lahko za namene analiz uporabimo različne podatkovne vire. Sam program Orange vsebuje lastne testne predpripravljene podatkovne vire, podobne vire si lahko pripravi in uvozi tudi uporabnik sam, ali pa uporabi katerega od že obstoječih dodatkov za uvoz podatkov. Za namen naloge smo izdelali dodatek Orange data sets (ODS), s katerim je mogoče prebrati podatke s prosto dostopnega programskega vmesnika (API) Svetovne banke (SB). Trenutno Svetovna banka omogoča uporabo štirih različnih API-jev (gospodarski indikatorji (time-series), projekti SB, finančni in klimatski podatki). Dodatek ODS je namenjen lažjemu branju in pretvorbi podatkov indikatorjev in klimatskih podatkov. S tem bo uporabnikom programa Orange omogočena enostavnejša uporaba velikega števila podatkov iz omenjenih dveh programskih vmesnikov.

Ključne besede: Podatkovno rudarjenje, programski vmesnik, svetovna banka, gospodarski indikatorji, podnebni podatki, Orange.

Abstract

Title: Access to World bank data with Orange

Author: Miha Zidar

Orange is an open source data-mining software, capable of using multiple sources for data analysis. There are a few test data sample already present in Orange, and the user can import their own data sets with use of one of Orange input widgets. For this thesis we created a new widget "Orange data sets" for accessing free data from World bank application program interface (API). The World bank exposes four different data APIs; indicator, project, finance and climate. Our Orange data sets widget will be able to read data from the indicators and climate APIs.

Key words: Data mining, API, World bank, indicators, climate, Orange.

Poglavje 1

Uvod

Na svetovnem spletu je dosegljivih vedno več prosto dostopnih programskih vmesnikov (API, ang. application programming interface). Ti vmesniki omogočajo dostop do zelo raznolikih baz podatkov. Nekateri primeri baz so sezname stopnje ogroženosti živali po državah ¹, nasini podatki meritev in slike vesolja ², seznam knjig z ocenami in povezavami med uporabniki ³, zgodovina meteoroloških meritev ⁴, razni indikatorji stopenj razvoja držav ⁵.

Programski vmesniki so oblikovani tako, da je omogočena raznolika uporaba podatkov iz podatkovnih baz. To pa ima tudi slabost, ki je v tem, da je podatke potrebno predhodno obdelati za vsak namen posebej. Tako bi na primer moral vsak uporabnik programa Orange podatke predhodno pretvoriti v obliko, primerno za njegovo konkretno analizo.

1.1 Motivacija

Povezava programskega vmesnika in orodja za analizo podatkov je pogosto prezapletena za navadnega uporabnika. Z dodatkom ODS želimo podatke

¹<http://apiv3.iucnredlist.org/api/v3/docs>

²<https://api.nasa.gov/>

³<https://www.goodreads.com/api>

⁴<http://climatedataapi.worldbank.org/>

⁵<http://api.worldbank.org/>

programskega vmesnika Svetovne banke spraviti v obliko, primerno za nadaljno uporabo v orodju Orange. Ta dodatek bi pomagal združiti programe za obdelavo podatkov in prosto dostopnih baz podatkov. S tem dobimo enostavnejši dostop do podatkov iz prek 16.000 indikatorjev in številnih klimatskih meritev, s čimer bomo lažje analizirali in iskali morebitne zakonitosti med podatki. V kolikor bi imeli en sam ustrezen dodatek (ang. add-on) za dostop do podatkov programskega vmesnika Svetovne banke, bi poenostavili posodabljanje in vzdrževanje kode v primeru sprememb programskega vmesnika za vse uporabnike istega orodja hkrati. S tem odpravimo potrebo, da bi moral vsak uporabnik sam skrbeti za uskladiitvene posodobitve.

1.2 Cilji in struktura diplomske naloge

Cilj diplomske naloge je izdelati knjižnico za uporabo programskega vmesnika Svetovne banke ter izdelati dodatek za program Orange, ki s pomočjo omenjene knjižnice omogoča uporabniku dostop do podatkov Svetovne banke preko grafičnega vmesnika.

V drugem poglavju diplomskega dela predstavimo spletne vire indikatorjev držav sveta. Nato bomo podrobneje opisali programski vmesnik za dostop do podatkov Svetovne banke (API SB). V četrtem poglavju sledi predstavitev knjižnice in gradnikov za Orange in nato še konkretni primeri uporabe. Na koncu bomo popisali opravljeno delo, navedli vire kode in opisali nadaljne možnosti nadgradnje dodatka.

Poglavje 2

Spletni viri indikatorjev držav sveta

Pri nalogi smo se osredotočili na dva programska vmesnika za dostop podatkov Svetovne banke, to sta zgodovina meteoroloških meritev ?? in razni indikatorji stopnje razvoja držav ??. Za uporabo podatkovne baze Svetovne banke smo se odločili, ker združuje in na enovit način predstavi podatke iz več različnih virov. Podatkovni viri za indikatorje stopnje razvoja držav so:

- World Development Indicators,
- Global Development Finance,
- African development Indicators,
- Doing Business,
- Enterprise Surveys,
- Millennium Development Goals,
- Education Statistics,
- Gender Statistics,
- Health and Nutrition Statistics,

- IDA Results Measurement System.

Podatkovni viri za klimatske meritve so pridobljeni s svetovnih meteoroloških postaj.

Svetovna banka omogoča dostop do podatkov prek vmesnika –slovensko– (ang. Representational state transfer, REST), ki ponuja veliko možnosti za iskanje in presejanje rezultatov. Pri vsaki REST poizvedbi lahko določimo željeno obliko odgovora. Za poizvedbe o informacijah indikatorjev sta na voljo obliki –slovensko– XML in –slovensko– JSON. Programski vmesnik meteoroloških meritev pa ponuja samo obliko JSON. Za konsistentnost in lažjo berljivost smo na obeh vmesnikih uporabili obliko JSON.

2.1 Podatki indikatorjev razvoja držav

Programski vmesnik indikatorjev razvoja držav Svetovne banke omogoča dostop do podatkov preko 16.000 raznih indikatorjev. Podatki indikatorjev so merjeni od leta 1960 dalje v mesečnem, četrtnem ali letnem intervalu. Poleg podatkov indikatorjev nam ta programski vmesnik omogoča tudi dostop do večine metapodatkov s katerimi lahko presejamo in natančneje določimo našo poizvedbo. Seznami metapodatkov so:

- viri podatkov in njihovi opisi (Catalog Source Queries ¹),
- seznam držav in regij z identifikatorji (Country Queries ²),
- razdelitev višin dohodkov z identifikatorji (Income Level Queries ³),
- seznam vseh indikatorjev (Indicator Queries ⁴),
- seznam tipov posojil (Lending Type Queries ⁵),

¹<http://api.worldbank.org/sources>

²<http://api.worldbank.org/countries>

³<http://api.worldbank.org/incomeLevels>

⁴<http://api.worldbank.org/indicators>

⁵<http://api.worldbank.org/lendingTypes>

- seznam tem (Topics ⁶).

Za dostop do podatkov posameznega indikatorja, potrebujemo identifikator indikatorja s seznama vseh indikatorjev⁴ in kodo ene ali več držav oziroma regij s seznama držav². Privzeta vrednost za količino podatkov na stran je 50, zgornja meja pa ni strogo določena, vendar je odvisna od velikosti odgovora. Ugotovili smo tudi, da se zanesljivost programskega vmesnika manjša z večjo količino podatkov na stran. V našem programu smo se omejili na 1000 podatkov na stran, kar se je izkazalo za uporabno razmerje med hitrostjo in zanesljivostjo prenosa. Vsi sezname in metapodatki, ki so na voljo s programskim vmesnikom indikatorjev razvoja imajo enako osnovno obliko (Primer 1).

```
1  [  
2      -  
3      "page": 4,  
4      "pages": 137,  
5      "per_page": "50",  
6      "total": 6831  
7      ",  
8      [  
9          -i podatki i",  
10         ...  
11     ]  
12 ]
```

Primer 1: Osnovna oblika odgovora programskega vmesnika Svetovne banke, ob veljavni poizvedbi. Prvi element opisuje količino dobljenih in število vseh podatkov, drugi element pa vsebuje s stranjo in številom podatkov na stran določeni izsek celotnih podatkov.

2.1.1 Opis seznama indikatorjev

Programski vmesnik Svetovne banke za indikatorje razvoja nam ponuja seznam vseh indikatorjev⁴ z imeni, opisi, identifikatorji in drugimi metapodatki

⁶<http://api.worldbank.org/topics>

(Primer 2). Programski vmesnik nam tudi omogoča presejanje podatkov glede na vir podatkov indikatorja (ang. source).

```

1  -
2      "id": "1.0.HCount.2.5.usd",
3      "name": "Poverty-Headcount-('$2.50-a-day)",
4      "source": -
5          "id": "37",
6          "value": "LAC-Equity-Lab"
7      ",
8      "sourceNote": "The-poverty-headcount-index-measures
9  -----the-proportion-of-the-population
10 -----with-daily-per-capita-income-(in
11 -----2005-PPP)-below-the-poverty-line.",
12      "sourceOrganization": "LAC-Equity-Lab-tabulations
13 -----of-SED-LAC-(CEDLAS-and-the
14 -----World-Bank).",
15      "topics": [
16          -
17              "id": "11",
18              "value": "Poverty-"
19          "
20      ]
21  "
```

Primer 2: Podatki indikatorja stopnja revščine pri dohodku 2,5 dolarja na dan.

2.1.2 Opis seznama držav

Seznam držav² na programskem vmesniku Svetovne banke vsebuje podatke o imenih, opisih, ISO-3166-1 alpha kodah, regijah in druge metapodatke (Primer 3). Programski vmesnik nam tudi omogoča presejanje seznama držav po naslednjih poljih:

id koda,

region regija,

incomeLevel višina dohodka,

lendingType tipov posojil.

Ta seznam ne vsebuje zgolj samo držav, ampak tudi regije in skupine držav, združenih glede na različne kriterije (višine dohodka, velikost, stopnja razvoja). Poleg tega zgornji seznam vsebuje tudi nekatere izjeme kot je trenutno Kosovo. V nadaljevanju bomo za vse našete tipe lokacijskih podatkov uporabljali besedo "države".

```
1  -
2    "id": "ABW",
3    "iso2Code": "AW",
4    "name": "Aruba",
5    "region": -
6      "id": "LCN",
7      "value": "Latin - America -&- Caribbean -"
8    ,
9    "adminregion": -
10     "id": "",
11     "value": ""
12  ,
13  "incomeLevel": -
14    "id": "HIC",
15    "value": "High - income"
16  ,
17  "lendingType": -
18    "id": "LNX",
19    "value": "Not - classified"
20  ,
21  "capitalCity": "Oranjestad",
22  "longitude": "-70.0167",
23  "latitude": "12.5167"
24  ,
```

Primer 3: Izsek podatkov veljavne poizvedbe držav.

2.1.3 Dostop do podatkov indikatorjev

Za pridobivanje podatkov indikatorjev se uporablja dostopna točka

http://api.worldbank.org/countries/{country_list}/indicators/{indicator_id},

kjer je:

country_list s podpičjem ločen seznam kod izbranih držav, ki jih preberemo iz polja “id” ali “iso2Code” 3, ali pa ključna beseda “all”,

indicator_id polje “id” indikatorja ?? s seznama indikatorjev.

API omogoča že z eno samo poizvedbo dostop do podatkov ene države, več izbranih držav hkrati ali pa do podatkov vseh držav dostopamo s ključno besedo “all”. Slabost API-ja SB je v tem, da ne moremo z eno poizvedbo dostopati do podatkov več indikatorjev hkrati. Podatke lahko presejamo po naslednjih poljih:

MRV število zadnjih meritev,

frequency pogostost vzorčenja (letno, četrtno, mesečno),

gapfill manjkajoče vrednosti prejšnjih meritev,

date datum ali obdobje,

page stran,

per_page število elementov na stran.

Privzeto bo programski vmesnik vrnil podatke za vse možne časovne vrednosti. V odgovoru API-ja dobimo seznam objektov (Primer 4) z datumom, indikatorjem, državo in vrednostjo.

2.2 Podatki podnebnih meritev

Programski vmesnik Svetovne banke za podnebne podatke omogoča dostop do podatkov napovednih modelov in zgodovinskih meritev meteoroloških postaj. V tej diplomski nalogi smo se odločili uporabiti samo podatke zgodovinskih meritev, saj si s temi podatki lahko uporabnik programa Orange sam sestavi svoje napovedne modele.

Za razliko od uporabe programskega vmesnika indikatorjev, lahko pri tem programskem vmesniku uporabljamo veljavne ISO 3166-1 alpha-2 ali

```
1  -
2      "indicator": -
3          "id": "SP.POP.TOTL",
4          "value": "Population, - total"
5      ,
6      "country": -
7          "id": "IL",
8          "value": "Israel"
9      ,
10     "value": "6289000",
11     "decimal": "0",
12     "date": "2000"
13 "
```

Primer 4: Podatki za indikator SP.POP.TOTL (populacija države) za Izrael leta 2000.

ISO 3166-1 alpha-3 kode držav, ali pa številski identifikator (TODO link) vodotočnega območja.

Ta programski vmesnik nam omogoča dostop do podatkov o povprečnih temperaturah in padavinah v časovnih obdobjih enega leta, desetletja ali pa nam omogoča dostop do mesečnih povprečij skozi vsa leta meritev.

2.2.1 Dostop do podatkov podnebnih meritev

Dostop do podatkov podnebnih meritev je mogoč na naslovu

<http://climatedataapi.worldbank.org/climateweb/rest/>

v1/loc_type/cru/data_type/interval/location

kjer je:

loc_type vrsta identifikatorja območja (“basin” za vodotocno območje, “country” za države),

data_type vrsta meritev (“pr” za padavine, “tas” za temperature),

interval vrsta meritvenega obdobja (“month” za mesečno, “year” za letno in “decade” za desetletno),

location identifikator države ali vodotočnega območja.

Izsek podatkov (primer za mesečno povprečje količine padavin za Slovenijo): <http://climatedataapi.worldbank.org/climateweb/rest/v1/country/cru/pr/month/SVI>

```

1  -
2      "month": 0,
3      "data": 68.93643
4  ",
5  -
6      "month": 1,
7      "data": 64.23069
8  ",
9  -
10     "month": 2,
11     "data": 81.098724
12 ",
13 ...

```

2.3 Težave pri dostopu

Težave pri uporabi SB API-ja lahko razdelimo v dve skupini. Prvo skupino sestavljajo težave pri dokumentaciji in z manjkajočimi podatki, drugo pa napake v samih pridobljenih podatkih.

Težave prve skupine:

- ob posodabljanju spletne strani SB se izgubijo posamezne povezave do primerov, dokumentacije in opisov API-ja,
- nepopolna dokumentacija:

polje za datum je opisano, vendar ni dokumentirano, kakšne so vse možne vrednosti,

delovanje polj za obdobje (date), zadnje vrednosti (mrv) in za manjkajoče vrednosti (gapfill) ni ustrezno opisano.

Težave druge skupine:

-
- manjkajoči identifikatoriji za polja na posameznih indikatorjih (primer je manjkajoča vrednost v polju id države),
 - datum vsebuje naključne vrednosti (“last known value” “2001 - 2015” “2040”
 - zgornja meja števila izbranih lokacij na 250 ni navedena,
 - nemogoče je ugotoviti pogostost vzorčenja indikatorja (frequency).

Poglavje 3

Knjižnica in gradniki za Orange

V okviru diplomske naloge smo razvili tri ločene komponente za programerje in končne uporabnike programa Orange.

Prva komponenta je programska knjižnica `simple_wbd`, ki omogoča enostaven dostop do programskega vmesnika indikatorjev in klimatskih podatkov Svetovne banke. Ta knjižnica je narejena s čim manj odvisnosti in je namenjena splošni uporabi v Python programih. Poudarka pri zasnovi knjižnice `simple_wbd` sta predvsem enostavnost razširitve in zanesljivost. Ta cilja dosežemo z mehanizmom za vključevanje lastne kode v komponente knjižnice in mehanizmi za popravljanje ali odstranjevanje pokvarjenih podatkov.

Drugi sestavni del je razširitev knjižnice `simple_wbd` s funkcionalnostmi, potrebnimi za lažje delo v programu Orange. To predvsem zavzema pretvorbo pridobljenih podatkov v Orange in numpy tabele. Ta sklop je namenjen skriptnemu delu s programom Orange in je dostopen kot `api_wrapper` Python modul.

Tretji sestavni del je grafični vmesnik za uporabo `api_wrapper` modula. Namen grafičnega vmesnika je omogočiti ne-programerjem dostop do podatkov programskega vmesnika Svetovne banke znotraj programa Orange za namen obdelave, analize in iskanja zakonitosti med podatki.

3.1 Knjižnica `simple_wbd`

Knjižnica `simple_wbd` programerjem olajša dostop do podatkov programskega vmesnika Svetovne banke. Glavna lastnost te knjižnice je združevanje večjega števila zahtev po podatkih in enostavna predstavitev dobljenih podatkov. Druga lastnost je pretvorba podatkov iz več dimenzij v dvodimenzionalno polje, primerno za uporabo v programu Orange. Glavna vmesnika te knjižnice sta `IndicatorAPI` in `ClimateAPI`. Prvi omo”goca pridobivanje podatkov iz programskega vmesnika indikatorjev Svetovne banke, drugi pa s programskega vmesnika podnebnih meritev.

3.1.1 Pomocnik `IndicatorAPI`

`IndicatorAPI` je razred namenjen pridobivanju podatkov indikatorjev razvoja. Ker ima programski vmesnik Svetovne banke omejitve koliko podatkov lahko prenesemo z eno poizvedbo, nam ta razred združuje rezultate vseh poizvedb, ki so potrebne za prenos celotne zahteve. To poskrbi tako da se po prvi poizvedbi prehodi čez število preostalih strani (ref na basic response) ki so na voljo. Za razliko od obstoječih knjižnic^{1 2} za delo z programskim vmesnikom Svetovne banke, katerih cilj je čim bolj natančno predstaviti programski vmesnik, je cilj naše knjižnice le poenostaviti poizvedbe. V ta namen smo s to knjižnico razsirili programski vmesnik da lahko z enim klicem funkcije prenesemo podatke tudi več kot le enega indikatorja.

Poleg tega da skrbi za prenos vseh strani podatkov, tudi beleži število narejenih in število potrebnih poizvedb za celoten prenos. Do teh števil lahko dostopamo z drugih niti in jih uporabimo za prikaz napredka in preostalega časa do prenosa celotne zahteve.

Glavne metode ki jih ponuja `IndicatorAPI` razred so:

`get_indicators` vrne seznam vseh možnih indikatorjev z imeni, opisi in identifikatorji,

¹<https://pypi.python.org/pypi/wbdata>

²<https://pypi.python.org/pypi/wbpy/2.0.1>

get_countries vrne seznam drzav in regij z kodami in metapodatki,

get_dataset vrne razred (IndicatorDataset) ki vsebuje vse podatke z poizvedbe in metode za oblikovanje predstavitev podatkov: `api_responses`, `as_list`, `as_dict`.

Razred IndicatorDataset

Razred IndikatorDataset je osnovni razred v katerem dobimo zahtevane podatke indikatorjev. Ta razred vsebuje vse potrebne metode in podatke za predstavitev rezultatov programskega vmesnika, na dva glavna nacina; kot slovar slovarjev in dvo dimenzionalen seznam. Poleg omenjenih nacinov predstavitev podatkov lahko dostopamo tudi do neobdelanih podatkov prejetih z programskega vmesnika za vsako poizvedbo posebej.

Posamezne vrednosti teh podatkov so določene z drzavo, casovno komponento, in kodo indikatorja. Te podatke lahko predstavimo na dva glavna nacina:

- kot gnezdeni slovar, kjer je na prvem nivoju ime indikatorja, na drugem drzava, in na tretjem nivoju casovna komponenta.

- Kot dvo-dimenzionalno polje, kjer imamo v vrsticah eno oznako, v stolpcih pa kartezični produkt ostalih dveh. ponujene možnosti so: - vrstice = drzava, stolpci = cas x indikator - vrstice = cas, stolpci = drzava x indikator

Indicator

3.1.2 Pomcnik ClimateAPI

IndicatorAPI je

3.2 api_wrapper

razširitev simple wbd vmesnikov z dedovanjem pravega dataset razreda.

```
class ClimateDataset(simple'wbd.ClimateDataset):
```

```
    def as'numpy(self):  
        raise NotImplemented()
```

```
    def as'orange'table(self):  
        raise NotImplemented()
```

```
class ClimateAPI(simple'wbd.ClimateAPI):
```

```
    def ``init``(self):  
        super().``init``(ClimateDataset)
```

3.3 Graficni vmesnik

- Lazja uporaba. - Vecja preglednost, - lazje iskanje (text search filter)

Poglavje 4

Uvod

uporaba: slike orange uporabe

4.1 Napoved temperature s pomocjo CO2 emisij

Slika

CCCCC

Poglavje 5

Sklepne ugotovitve

Z izdelavo dodatka za program Orange smo zaključili delo na diplomski nalogi. Koda izdelanega dodatka se nahaja na git

Nas grafični dodatek za dostop do podatkov indikatorjev lahko nadgradimo tako, da uporabnikom grafičnega vmesnika omogočimo večjo izbiro oblik izhodnih podatkov in natančnejše presejanje rezultatov. Dodamo lahko tudi več metapodatkov na posamezne stolpce Orange tabele, ki nam omogočijo boljšo predstavnost v ostalih Orange gradnikih. V grafični vmesnik za dostop do podnebnih podatkov lahko dodamo še možnost izbire vodotočnih območij meritev. Za boljšo predstavbo bi lahko postopek izbire držav, regij in vodotočnih območij omogočili prek interaktivnega zemljevida sveta.

Literatura

- [1] Jure Dimec (2002), Medjezično iskanje dokumentov
<http://clir.craynaud.com/clir/MEDJEZICNOISKANJEDOKUMENTOV.pdf>
- [2] (Avgust, 2013) OpenGL Overview
<http://www.opengl.org/about/>
- [3] (Junij, 2013) Direct3D
[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/hh309466\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/hh309466(v=vs.85).aspx)
- [4] (Avgust, 2013) Android
<http://www.android.com/>
- [5] (Avgust, 2013) iOS
<http://www.apple.com/ios/>
- [6] (Avgust, 2013) Windows Phone
<http://developer.windowsphone.com/en-us>
- [7] (Junij, 2013) ANGLE
<https://code.google.com/p/angleproject/>
- [8] (Avgust, 2013) Firefox OS
<http://www.mozilla.org/en-US/firefox/os/>
- [9] (Avgust, 2013) Ubuntu for phones
<http://www.ubuntu.com/phone>

- [10] (Avgust, 2013) Sailfish OS
<https://sailfishos.org/>
- [11] (Avgust, 2013) Raspberry Pi FAQ
<http://www.raspberrypi.org/faqs>
- [12] (Avgust, 2013) Beagle Bone
<http://beagleboard.org/bone>
- [13] (Avgust, 2013) HTML Canvas 2D Context
<http://www.w3.org/wiki/HTML/Elements/canvas>
- [14] (Avgust, 2013) OpenGL ES 2.0 for the Web
<http://www.khronos.org/webgl/>
- [15] Vladimir Vukićević (November, 2007) Canvas 3D: GL power, web-style
<http://blog.vlad1.com/2007/11/26/canvas-3d-gl-power-web-style/>
- [16] (Avgust, 2013) SoundJS
<http://www.createjs.com/#!/SoundJS>
- [17] Michael Mahemoff (Junij, 2011), HTML5 vs Native: The Mobile App Debate
<http://www.html5rocks.com/en/mobile/nativedebate/>
- [18] (Avgust, 2013) V8-GL
<https://github.com/philogb/v8-gl>
- [19] (Avgust, 2013) LeechyJS
<http://martens.ms/lycheeJS/>
- [20] (Avgust, 2013) Xamarin
<http://xamarin.com/>
- [21] (Avgust, 2013) LibGDX
<http://libgdx.badlogicgames.com/>

-
- [22] (Februar, 2013) IKVM.NET
<http://www.ikvm.net/>
- [23] (Avgust, 2013) PlayN
<http://code.google.com/p/playn/>
- [24] (Avgust, 2013) Unity - Game engine, tools and mulitplatform
<http://unity3d.com/unity/>
- [25] (Avgust, 2013) Haxe Documentation
<http://haxe.org/>
- [26] (Avgust, 2013) Gameplay Overview
<http://www.gameplay3d.org/>
- [27] (Avgust, 2013) OGRE - Open Source 3D Graphics Engine
<http://www.ogre3d.org>
- [28] (Avgust, 2013) Marmalade
<http://www.madewithmarmalade.com/>
- [29] (Avgust, 2013) Adobe Flash
<http://www.adobe.com/products/flash.html>
- [30] (Avgust, 2013) asm.js
<http://asmjs.org/>
- [31] (Avgust, 2013) What is CUDA
<https://developer.nvidia.com/what-cuda>
- [32] Jonah Alben (Julij, 2013), CUDA na mobilnih napravah
<http://blogs.nvidia.com/blog/2013/07/24/kepler-to-mobile/>
- [33] (Avgust, 2013) The open standard for parallel programming of heterogeneous systems
<http://www.khronos.org/opencv/>

[34] (Avgust, 2013) AccelerEyes

<http://www.accelereyes.com/products/mobile>

[35] (Julij, 2013) Compute Shader Overview

<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff476331%28v=VS.85%29.aspx>

[36] (Avgust, 2013) LWJGL Lightweight Java Game Library

<http://www.lwjgl.org/>