

0.1 Poděkování

.

- Původní elektronický dokument:
https://github.com/K0F/processing_1
- Nakladatelství AMU:
ISBN 978-80-7331-224-4
- Vysázeno s *X_{\\$}\TeX*

Obsah

Kapitola 1

O knize

1.1 Úvodem

Vážený čtenáři,

tato kniha by pro Vás měla být povzbuzením při osvojování si Vašeho prvního programovacího jazyka. Autor této knihy nepředpokládá žádnou Vaši předchozí zkušenosť s programováním. V případě, že již určitou zkušenosť máte, některé kapitoly pro Vás mohou být jednoduché. Kniha by Vás měla postupně provázet při získávání zkušenosť s postupným ovládáním stroje od základních výpočetních operací k tvorbě pokročilejších nástrojů.

Kniha je psána ve sledu, který bych uvítal, kdybych se sám měl učit programovat. Programování je bezesporu myšlenkově náročná operace. Mým záměrem je postupně tuto náročnost redukovat a proměnit psaní programu v lehkost.

Cestu k této lehkosti Vám neumím jednoduše předat, pedagogický talent jsem nikdy nepocítil. Tato kniha by proto měla být odložena vždy, bude-li mít čtenář nutkání si něco sám vyzkoušet. To považuji za absolutně nejrychlejší a zároveň nejlepší způsob učení.

Proces tvůrčího programování obsahuje prvek intuice, která vychází podstatnou měrou ze zkušenosti. Pro podporu Vaší intuice při psaní programu je nutné ovládnout základní jazyk natolik, aby jste měli určitou jistotu. Přestanete-li se zabývat funkčností programu a získáte-li v ní jistotu, přijmete jazyk za vlastní nástroj, a pak můžete nechat hovořit právě vaši intuici. Intuici sám považuji za avantgardu logiky, protože je před ní vždy minimálně o krok napřed.

K vybudování intuice je nejvíce nezbytná schopnost pozorování. Samotná intuice nezmůže v komunikaci se strojem nic. Stroj neví, co počítá, ale dokáže spočítat i to, co sami nevíte.

Stroj je rychlý nástroj pro ověření vaší intuice a je zapotřebí být pozorný. Můžeme to nazvat experimentální přístup, výsledky by měly být vždy intuitivně a hlavně kriticky zkoumány. Zpětnou dekonstrukcí intuice, rozbořem vaší jistoty, získáváte postupně dar rozumění věci. Dar je to danajský, rozumění je jen ustálená podoba znalostí, která musí být opět zpochybněna intuicí; nutno podotknout, že opakovaným prověřením se často jen více utvrzuje.

Není-li tento jazyk první, prosím Vás o shovívavost v podrobnostech, do kterých v úvodu této knihy zabíhám. Šíře znalostí, které se mohou vyskytovat u potenciálních čtenářů tohoto průvodce, je pro autora první velikou neznámostí.

V obou případech prosím o shovívavost ve způsobu popisu programovacího jazyka a prostředí Processingu. Sám jako samouk a člověk zaměřený především výtvarným směrem nemohu zaručit absolutní, stoprocentní a všeobecnou platnost všech tvrzení. Tímto Vás tedy žádám o věcné podněty pro pozdější doplnění nebo přereformulování jednotlivých tvrzení.

Má snaha provést začínající i středně pokročilé uživatele programovacím jazykem bude vždy nedostatečná, berte tuto knihu prosím spíše jako průvodce nesnadnými začátky. Čtete-li knihu z jiných důvodů, než abyste se naučili se programovacímu jazyku, pokusím se text knihy proložit poznatky nabýtými mojí několikaletou zkušeností se sdílením života se stroji. Dostala-li se Vám tato kniha do rukou jinou cestou nebo dokonce náhodou nebo omylem, tedy věru netuším, co v ní dále najdete, a proto bych i Vás rád pobídł alespoň k začtení se do světa skriptů a kódů.

1.2 Forma knihy

1.2.1 Uspořádání informací

Text je řazen do jednotlivých kapitol a dále stromově do dvou úrovní podkapitol. Pořadí kapitol by mělo odpovídat sledu informací nezbytných k plynulému učení se programovacímu jazyku Processing.

Pořadí a obsah jednotlivých kapitol vychází z mé vlastní zkušenosti. Z veliké míry koresponduje s podobnými průvodci. Původce píší samotní tvůrci a širší komunita uživatelů kolem programovacího jazyka Processing.

Zvolená forma textu odpovídá ověřeným postupům. Následující text bude podléhat určitým zákonitostem. V knize se objeví několik typů textu, které budou vždy odlišeny vlastní formou zápisu.

1.2.2 Pravidla formátování v knize

Pravidla jsou následující:

Obyčejný text: popis ve formě klasického textu

```
kód: /**
 * Barevný text v sedém ramování bude znacit
 * strojový kód ve forme která je srozumitelná
 * pro Processingu.
 */
boolean pravda = true;
```

CONTROL + T: klávesové zkratky, psané „verzálkami“

slovník: výrazy a pojmy, jejichž definici můžete nalézt ve slovníku na konci knihy

boolean: jednotlivé příkazy a oficiální příkazy Processingu, které jsou zároveň zařazeny do slovníku

promenna: jednotlivé proměnné a názvy použité v kódu, které bude potřeba dovysvětlit v textu

*Zapamatujte
si prosím
jak budou
znázorněny
cvičení.*

vičení: Pomocí Cvičení a otázeck si můžete kontrolovat v průběhu textu nabité informace. Bublina bude vždy značit důležité informace, například informace, které si musíte zapamatovat, abyste se mohli orientovat v následujícím textu.

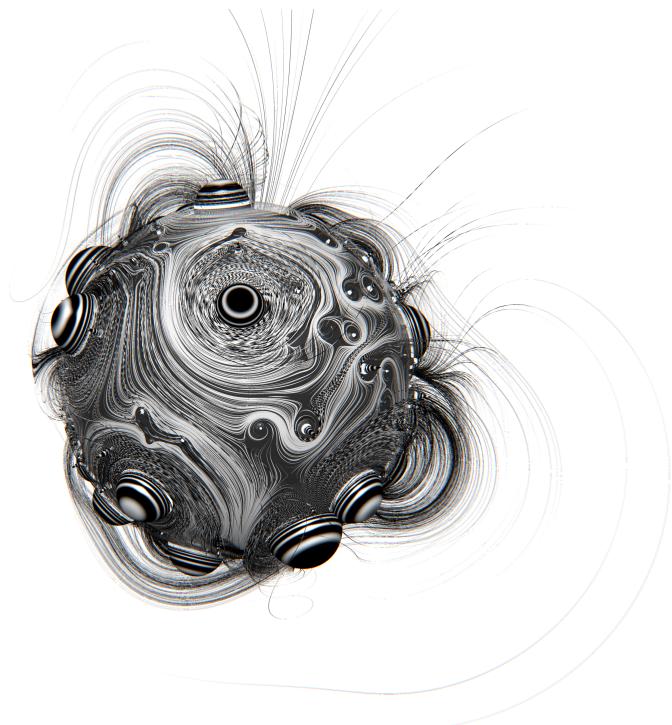
Kapitola 2

Vytvořeno Processingem

2.1 Vizualizace

Robert Hogin, také známý pod pseudonymem *flight 404*, zůstává jednou z oslavovaných ikon processingové komunity. Jeho práce s vizualizacemi je vždy velmi dynamická a technicky obdivuhodná.

Hogin pracuje s jazyky Processing a Cinder. V obou případech skrze tato prostředí ovšem programuje přímo aplikaci OpenGL, která zprostředkovává pokyny samotnému grafickému jádru.



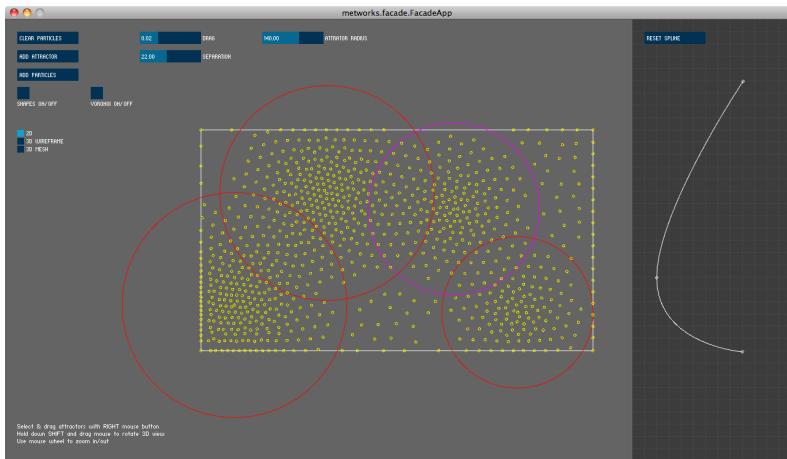
Ilustrace pochází z Hodginovi grafické práce, která byla vybrána jako jedna ze 42 prací do prvního vydání knihy *Written Images*.

Kniha je kurátorským projektem a samostatným výtvarným počinem dánského tvůrce **Marcina Ignace**. První výtisk knihy byl vydán v roce 2011. Samotná kniha je v podstatě konceptuálním dílem, automatizací vychází každý výtisk s posunem o jedno okénko, a tím ilustruje ducha generativní tvorby. Kniha samotná je zpracována také softwarem Processing.

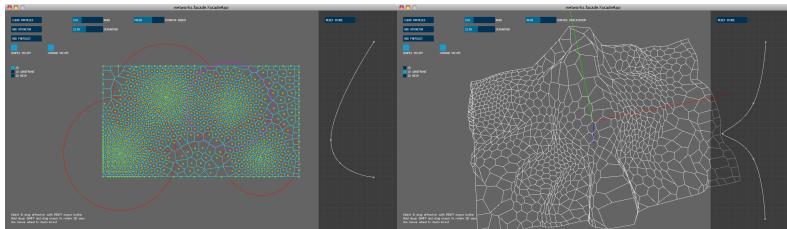


Kniha obsahuje generativní obrazy následujících umělců: 386dx25, Antoni Kaniowski, Ariel Malka, Carl-Johan Rosén, Casey Reas, clone, David Bollinger, David Bouchard, emoc, flight404, Golan Levin, Jonathan McCabe, Jörg Piringer, Julien Deswaef, Kim Asendorf, kraftner, Leonardo Solaas, Lia, Luke Sturgeon, Marcin Ignac, Marius Watz, Michael Zick Doherty, Mitchell Whitelaw, Moka, Nervous System, Oliver Smith, paolon, Perceptor, rhymeandreason, Ricard Marxer, Roberto Christen, Rui Madeira, Ryan Alexander, Ryland Wharton, Sansumbrella, sojamo, Stefano Maccarelli, Szymon Kaliski, Victor Martins, W:Blut, William Lindmeier, zenbullets

2.2 Toxilibs

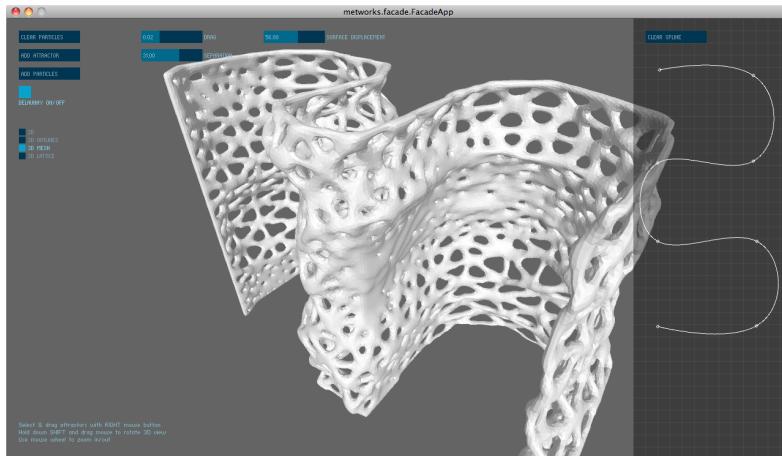


Karsten Schmidt působí v komunitě dlouhodobě a je více známý pod pseudonymem *Toxi*. Schmidt je autorem sady rozsáhlých knihoven nazvaných souhrnně *Toxilibs*. Jeho tvorba je zaměřená technicky na vývoj samotných knihoven, které funkce Processingu rozšiřují. V případě knihovny *Toxilibs* například rozšířením o funkce pro tvorbu třídimenzionálních objektů.



Schmidtova práce vyniká zejména pro možnost recyklovatelnosti a další užitné hodnoty samotného kódu. Schmidtovy algoritmy jsou propracované a matematicky pokročilé. Práce Karstena Schmidta dobře ilustruje podstatu

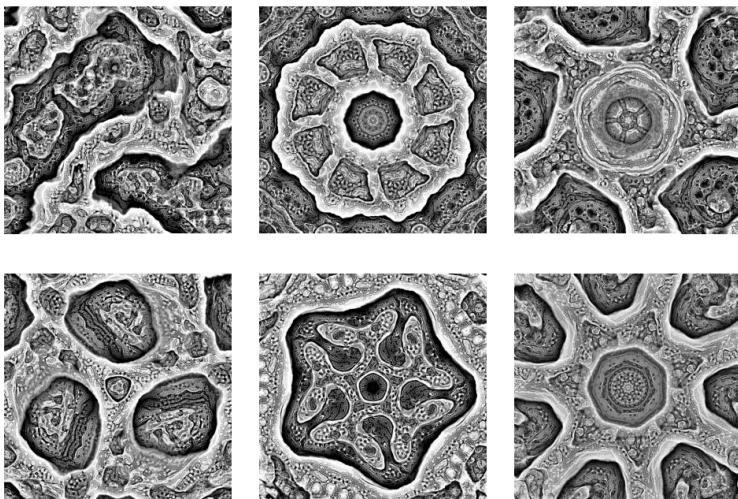
komunitní práce ve formě knihoven, které volně cirkulují mezi uživateli a jsou volně využívány v duchu svobodného softwaru.



Tvorba Karstena Schmidta se dá generalizovat jako užitná nebo aplikovaná. Za pomoci bohaté zásoby vlastního softwaru, veliké zdatnosti a technické inovativnosti Karsten Schmidt svým softwarem plynule navazuje na potřeby architektů a inženýrů.

2.3 Local Bilateral Symmetry

Pozoruhodné algoritmy Johnatana McCaba vynikají svojí spektakulárností, která je založena na podrobné studii a rozkladu Turingových vzorců. Jednotlivé variace téhož algoritmu vytvářejí organické struktury, které se vzdáleně podobají strukturám kostí nebo jiným přírodním strukturám.



I když se to zprvu nabízí, McCabovy Obrazy se nedají posuzovat pouze výtvarně. Nejvíce pozoruhodné jsou způsobem svého vzniku. Obrazy přímo odkazují na výzkum Alana Turinga, konkrétně na text vydaný v roce 1952 s názvem *The Chemical Basis of Morphogenesis*, který pojednává o vlivu chemických sloučenin na uspořádání růstu tkáně vícebuněčných organismů. Turing podobnou difuzi prvků v textu rozpracoval matematicky a po téměř padesáti letech na bázi původních algoritmů vznikají podobné obrazy. Podobnost v uspořádání lze nalézt například ve snímcích tkáně pod elektro-novým mikroskopem, a i když se jedná o ryze výtvarnou interpretaci algoritmu, může vést k zamýšlení i vědecké kruhy.



Kapitola 3

Cíle knihy

3.1 Konkrétní zadání

Cílem této knihy je provést uživatele-začátečníka sérií příkladů, které budou ilustrovat znalosti nebytné k naprogramování jednotlivých stadií programu. Jako první cíl si vytýcím jednoduchý interaktivní program. Interaktivní program je takový, který dokáže určitým způsobem reagovat na uživatele. Tento program by ve výsledku měl přečíst polohu myši a na tomto základě provést proměnu v obraze.

Na úvod je třeba říci, že vytýčení konkrétního cíle není vždy nezbytné. Processing již počítá s možností, že uživatel nebude od počátku znát konkrétní zadání a bude jen volně experimentovat s funkcemi jazyka. Proto Processing automaticky pojmenovává nové projekty, v žargonu Processingu sketche, podle data jejich vytvoření. (viz *Sketch*, str. 41).

Kapitola 4

Dobré zdroje v začátcích

4.1 Síť

Autor knihy předpokládá, že má čtenář v roce 2012 přístup ke globální síti internet.

Nejlepší referencí pro práci s Processingem zůstává tato síť. Processing byl vyvinut síťovou komunitou a je také v síti nejlépe zdokumentován. Existuje několik dobrých obecných stránek s průvodci. Za všechny lze jmenovat domovskou stránku projektu *processing.org*. Zde najeznete téměř vše, co byste mohli potřebovat. Nacházejí se zde zdokumentované veškeré příkazy Processingu. Je zde i záložka *Learning* s jednotlivými průvodci různých oblastí.

Nejadresněji se vám dostane pomoci prostřednictvím webových fór nebo IRC kanálů. Na fórech se již řešil téměř jakýkoli problém, stačí proto vyhledávat klíčová slova konkrétního dotazu a velmi rychle byste měli nalézt řešení.

Na síti je dále obrovské množství uživatelů volně sdílejících své programy včetně zdrojových kódů. Nejpočetnější komunita sídlí zřejmě na portálu *openprocessing.org* založeném a zpravovaném Sinanem Ascigolu.

Veškerá dokumentace je v angličtině včetně webových fór i dalších

Doporučuji se nejprve seznámit s projekty na internetu, získáte tím představu o tom, k čemu se vlastně Processing využívá.

knih o programování. Nemáte-li problém s jazykem, míst k zdokonalování se v Processingu bude vždy dostatek.

4.2 Examples – příklady přímo v Processingu

Tato pomoc je vždy po ruce. Processing je navržený k výuce a je připraven poskytovat pomoc ze své podstaty. Přímo do aplikace Processingu jsou naimplementovány základní postupy programování. Témata jsou pokryta od základních operací až po pohyb v třídimenzionálním prostoru nebo manipulaci s pixely.

Příkladů je zde dostatek a jsou přehledně uspořádány. Vřele doporučuji si je čas od času projít.

Ke všem příkladům se dostanete z Processingu skrze nabídku *File > Examples* (viz [Základní prostředí](#), str. 40)

4.3 Knihy a průvodci

Ano, jednoho průvodce právě držíte v ruce (nebo čtete na obrazovce). V minulosti vyšla bezmála desítky podobných knih na toto téma. Jsou bezesporu obsáhlější, než kdy měla tato kniha v úmyslu.

Z nich bych vám nejvíce doporučil původní knihu od samotných tvůrců Processingu Caseyho Rease a Bena Frye nazvanou *Processing: A Programming Handbook for Visual Designers and Artists*. A rozhodně pak knihu Daniela Shiffmana *Learning Processing: A Beginner's Guide to Programming Images, Animation, and Interaction*. Je jednou z velmi podrobně napsaných knih o Processingu.

Knihy jsou vcelku dostupné a dají se opatřit přes internet. Rozhodně bych to doporučoval všem, kteří potřebují mít opravdu dobrou dokumentaci vždy při ruce. V neposlední řadě bych také upozornil na to, že koupí knihy podporujete tvůrce svobodného softwaru, a tím potažmo i svobodný software jako takový (viz [Otevřenosť softwaru](#), str. 35).

4.4 Experiment

Nejdůležitějším zdrojem vašich vlastních zkušeností bude vždy samotné experimentování s programováním. Na tuto část kladu největší důraz a v průběhu této knihy to i několikrát zopakuji, je vždy dobré odložit knihy a reference a pustit se do neznámých vod. Zkušenost, kterou takto naberete, bude vždy ta nejhodnotnější. Nebojte se proto sami experimentovat (viz [Empirický přístup k programování](#), str. 36).

Příštích několik kapitol se věnuje obecnějším úvahám o programovacích jazycích, již nyní si můžete Processing nainstalovat.

Kapitola 5

K čemu slouží programovací jazyk?

5.1 Počátky programovacího jazyka

Výchozím bodem v tvorbě počítačové logiky, jak ji známe dnes, byla přirozená lidská komunikace v podobě řeči. Člověk používá jazyk a při tvorbě zcela nového systému pravidel zákonitě sahá po známém prostředku.

Na počátku ale nebyl lidský jazyk. Se stroji se v jejich raných fázích vývoje hovořilo čistě strojovým jazykem, v podobě číselných řad nebo později holého strojového kódu, který přešel na logiku pokročilejších obvodů. Programovací jazyk se objevil již v padesátých letech minulého století a osvědčil se jako prostředek pro člověka, který začínal být limitován oproti kapacitě stroje schopného obsahnout složitější úlohy. Řešením pro vztahující složitost logiky programů se stala lidská řeč.

Řeč se v počátcích tvorby struktur pro program jevila jako člověku nejpřirozenější řešení. Velmi brzy tvůrci zjistili, že za pomoci jazyka lze sice definovat složitý problém pro člověka, vyvstává tím ovšem problém definovat význam takového jazyka stroji.

Počítačový jazyk není jeden, počítačových jazyků jsou celé rozvětvené

rodiny. Konceptů, jak lépe hovořit srozumitelně pro člověka a zároveň ke stroji, je celá řada, žádný z nich nedokáže plně kopírovat lidský jazyk v jeho přirozené struktuře. Důvodů je několik, jeden z nejpodstatnějších je fakt, že lidská řeč neodpovídá organizaci ve struktuře stroje, jednoduše proto, že člověk své řeči sám nerozumí natolik, aby popsal všechny její zákonitosti logickou cestou.

Jednoduše řečeno lidský jazyk není popsán tak dokonale, abychom ho byli schopni vysvětlit stroji. Pokusy o průnik lidské řeči a logického obvodu sahají do absolutních počátků interakce člověka se strojem a představují pro tvůrce strojů závažný problém. Tento problém v padesátých letech minulého století definoval Alan Turing, jeden ze zakladatelů výpočetní techniky tak jak ji dnes známe. Alan Turing spolu s Gordonem Wechmanem stáli v době druhé světové války u vývoje stroje k rozkrývání německých šifer nazvaného Bomba (*The Bomb*). Alan Turing v poválečné éře definoval formální rámec počítacě, jak jej známe dnes. Koncepce později nazvaná Turingův stroj vycházela zejména z matematických potřeb a jednalo se o snahu vytvořit kompletní výpočetní jednotku schopnou řešit veškeré známé matematické operace.

Je pozoruhodné, že Alan Turing se již při raných stádiích vývoje počítaců zabývá takzvanou umělou inteligencí. Z toho je zřejmé, že stroje podobné počítacům se od počátku svého vývoje připodobňují struktuře lidského uvažování. Alan Turing sestavil pro stroje známý experiment nazvaný Turingův test. Turingův test měl prověřit schopnosti stroje replikovat lidské chování. Není náhodou, že prostředek pro komunikaci v testu byla zvolena právě řeč. Test spočíval v modelové situaci stroje schopného napodobit lidskou komunikaci tak dokonale, aby člověk nebyl schopen rozseznat, že komunikuje se strojem. Zajímavé na této definici lidské inteligence je zejména její vágnost, která v podstatě ilustruje míru porozumění logického uvažování lidské mysli jako takové.

K tomu, abychom sdělili informaci, používáme jazyk. Jazyk musíme umět přizpůsobit tomu, aby informoval, sdělil jistou skutečnost – myšlenku sdělovanému subjektu. Jazyk má nutně několik úrovní, zdaleka ne všechny jsme schopni reflektovat. Logicky popsáným jazykem a vnitřně uceleným systémem jsme schopni vysvětlit pouhý fragment skutečnosti.

Programovací jazyk je prostředek pro zápis algoritmů, jež mohou být

provedeny na počítači. Zápis algoritmu ve zvoleném programovacím jazyce se nazývá program.

5.2 Jednoduchý programovací jazyk

Snaha o zpřístupnění programování širší veřejnosti dala již na konci dvacátého století vzniknout rodině jazyků, které jsou patřičně zjednodušeny tak, aby je mohli obsluhovat i neodborníci.

Zjednodušení programování je odpověď na situaci, kdy programovací jazyky vytvářeli především lidé se zvláštním nadáním pro ryze technické uvažování. Pro technické uvažování nemá každý člověk správné predispozice. Programování dnes znamená především určitý stupeň svobody při komunikaci se strojem.

K mříži svobody, která má své silné kritiky¹, se nyní nechci vyjadřovat, ale zjednodušeně z pohledu pouhého uživatele, který používá daný nástroj, schopnost programovat činí z uživatele již potencionálního tvůrce vlastních nástrojů.

Hovořím-li o stroji, mám dnes na mysli spotřební počítač. Termín **stroj** používám záměrně pro zdůraznění jisté formy strojového přemýšlení v historickém kontextu.

Nástroje jsou pak programy zkonstruované pro jistou činnost. Nástroj je obvykle vyvíjen za jedním účelem, který plní uživatelsky co nejpříštější cestou. Tato cesta je pro uživatele schůdná a nabízí mu standardní škálu dovedností nástroje.

Aniž bychom si to často uvědomovali, současná vizuální kultura je ovlivněna těmito nástroji daleko více, než je na první pohled zřejmé. Technické možnosti jsou současným tržním hladem pro inovaci patentovým systémem vlastněny a proměnovány ve zboží. V této situaci je důležité znát nástroje i jejich vznik pro reflexi nebo kritiku v širších souvislostech.

Tato kniha je spíše nežli jednomu nástroji věnována programu pro tvorbu takových nástrojů. Jak již vyplývá z této definice, použití Processingu není limitováno jen úhlem pohledu autora tohoto textu. Návod by se měl stát

¹včetně mne samotného

spíše pobídkou k co nejrozmanitější tvorbě vlastních nástrojů, sloužících opět k co možná nejsírsí škále možných účelů.

Processing vychází z koncepce snadného přístupu k programování. Za běžných okolností by se vnímavý člověk měl být schopen naučit jednoduché struktury programu a vytvořit vlastní program v průběhu několika dní. Na druhou stranu, právě predispozice našeho uvažování jsou natolik rozmanité, že takovou prognózu nelze brát jinak než jen jako orientační.

5.3 Dokonalost jazyka

Co je to dokonalý jazyk? Nejprve je zapotřebí říci, že absolutně dokonalý jazyk neexistuje. Jazyk si můžeme představit jako systém vzájemných vztahů, který je schopen popsat jednotlivé symboly nebo objekty. Symboly můžeme nazvat předměty, tyto předměty dále mají své vlastní hodnoty a vlastnosti. Jazyk kromě definic takových vlastností operuje a popisuje jednotlivé jevy a vztahy mezi těmito předměty. Jednodušší popis jazyka je v pojetí výpočetní techniky určitý ucelený systém schopný popsat rozmanité problémy řešitelně strojem.

Co předem činí jakýkoli jazyk absolutně nedokonalým, je nejprve fakt, že jakýmkoli jazykem nedokážeme vyjádřit původ jazyka, tj. jeho strůjce; člověka. Jazyk použitý pro instruktáž stroje je vnitřně konzistentní a funguje logicky hermeticky, tj. nepřipouští jiný než jeden výklad konkrétního textu. Pojetí dokonalosti jazyka ve smyslu vnitřní logické konzistence je naprostou nezbytností v pojetí interpretace strojem, na druhou stranu téměř nepřekonatelnou překážkou v případě abstraktnějších úvah o programování jako takovém.

Použiji zde pro názornost rozdíl programovacího jazyka a jazyka českého. Český jazyk, stejně tak jako jakýkoli mluvený nebo psaný jazyk, je jazykem organicky ustáleným po staletí užívání. Jazyk, jak ho známe, slouží ke komunikaci mezi lidmi, lze jej tedy použít například pro popis krajiny. Přestože k dokonalému popisu krajiny stěží můžeme dojít, slovy, která se opírají o určitou sdílenou zkušenosť, lze poměrně dobře přiblížit určitý obraz věcí.

Kdybychom se pokusili pro popis krajiny použít jazyk programovací,

dostaneme se velmi rychle do nesnází. Programovací jazyk není jazykem určeným pro předání informací mezi lidmi, ale pro komunikaci člověka se strojem. Jeho vnitřní logická konzistence, tvrdá logická struktura, která nedovoluje v jeden okamžik jinou než jednu interpretaci, je jeho velikou předností při definici exaktních parametrů. Podobnost s řečí spočívá ve vazbě slov, které reprezentují jednotlivé hodnoty a operace. Hlavní odlišnost je v jeho syntetickém původu, jedná se o jazyk umělý. Programovací jazyk je přednostně zkonstruovaný pro definici známého a pochopeného. V případě neznámých nebo nepoznaných veličin je programovací jazyk víceméně k ničemu.

Chceme-li komunikovat se strojem, musíme tedy svůj způsob vyjadřování přizpůsobit logicky dokonalému jazyku – vnitřní logice fungování stroje. Počítač není navržen k tomu, aby něčemu rozuměl. Počítač je navržen k řešení jasně definovaných otázek. Tato kniha se pokusí srozumitelnou formou popsat jeden z možných způsobů, jak si takový jazyk osvojit a potažmo způsob uvažování, který vede k jasné definici problému. Hovoříme-li o programování, máme na mysli proces tvorby jisté logické struktury. Osvojení si programování spočívá ve schopnosti definovat problém nebo jasně formulovat otázku tak, aby na ni stroj mohl odpovědět.

Vtip celé věci spočívá v tom, že ovládneme-li formálně jazyk určený stroji, můžeme prostřednictvím tohoto stroje hovořit i ke člověku, tj. popisovat i pocity z rozkvetlých luk.

5.4 Volba vhodného jazyka

Ve výpočetní technice se nachází celá škála programovacích jazyků i prostředí. Tyto jazyky mají svoji genezi a byly historicky vyvíjeny především počítačovými odborníky. Jejich dokonalost lze těžko ocenit z vnějšího pohledu, a to právě z důvodu jejich konstrukce, která odpovídá a částečně podléhá určitým účelům, ke kterým byly tyto jazyky původně navrženy. Celistvý pohled na vývoj programovacích jazyků zde není možné obsahnout. Programovací jazyk dle historického vývoje můžeme rozdělit na dvě skupiny, jazyky imperativní a objektově orientované.

Processing se svojí stavbou na základech Javy řadí k objektově oriento-

vaným jazykům. Jeho společnými příbuznými jsou tímto rozdělení kromě Java jazyky jako *Perl*, *Smalltalk*, *C++*, *Object Pascal*, *C#*, *Visual Basic .NET*, *PHP*, *Python*, *Ruby* nebo *Lisp*. Toto rozdělení pojednává o metodice jazyka jako systému vzájemně působících objektů.

Rozdíl mezi imperativním pojetím programování a objektově orientovaným pojetím spočívá především v logice kódu a jeho následném uspořádáním. Imperativní jazyk se dá považovat za předchůdce objektově orientovaného pojetí. Nedá se obecně říci, který přístup je výhodnější, jedná se o dvě rozdílná paradigmata. Dnes mezi nejpoužívanějšími programovacími jazyky masivně převládá objektově orientované paradigma.

Rozdílné pohledy lze ilustrovat na popisu nějakého jevu. Jev se dá psát různými způsoby. Jedna perspektiva bude více hovořit o aktérech jevu, ty rozdělí do objektů a jejich vlastností a možností. Druhá perspektiva popíše celistvou situaci jako sérii událostí, které je možné v tomto pořadí kdykoli zopakovat.

V posledních přibližně dvaceti letech se mezi programovacími jazyky postupně objevuje tendence po větší srozumitelnosti a potažmo zjednodušení programování jako takového. Programování v této koncepci již není jazykem odborníků, ale je demokraticky přístupně širší veřejnosti z rozmanitých – prioritně netechnických oborů.

Tato tendence postupně dala vzniknout celé rodině programovacích jazyků, které se snaží přiblížit potenciál výpočetní techniky netechnickým oborům, v neposlední řadě i oborům výtvarným. V technických kruzích je ovšem již sama disciplína psaní programů považována za tvůrčí činnost. V pojetí výtvarného umění dnes převažuje pohled na programování jako na velmi technickou zdatnost, rigidní a notně limitovanou.

Jazyk, který je nutně limitovaný svojí nezbytnou dokonalostí, ovšem nemusí nutně limitovat svého uživatele ve sdělení. Uživatel se ovšem musí k uskutečnění takové zdárné komunikace přizpůsobit stroji.

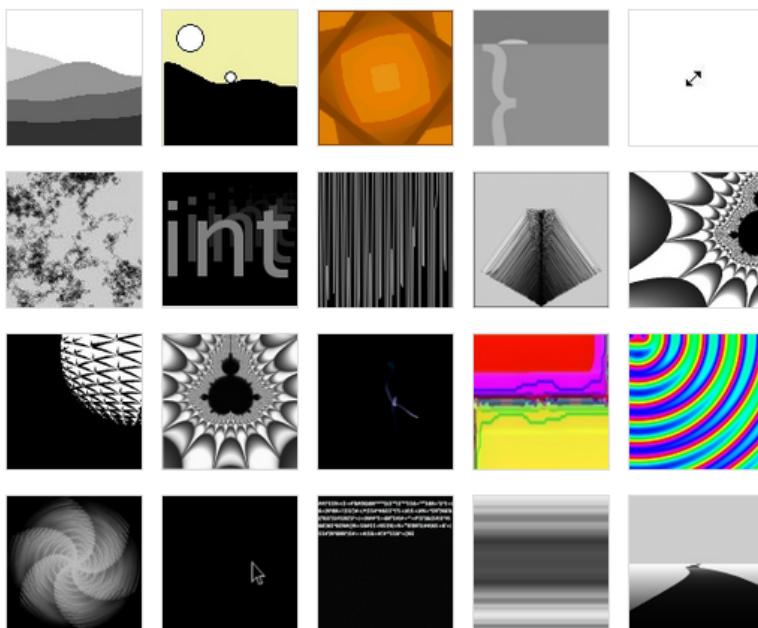
5.5 Proč zrovna Processing?

Processing je vhodný nástroj pro první experimenty s programováním z několika důvodů.

Prvním důvodem je jednoduchost pro uživatele, Processing se snaží záčatečníky co nejméně zatížit zbytečnými informacemi. Processing prezentuje programování jako přístupnou a ovládnutelnou schopnost. Dosahuje toho především rychlou odezvou vizuálního prostředí. Jednoduše řečeno, v momentu, kdy spustíme kód vidíme okamžitě jeho vizuální výsledek. Taková ilustrativnost je v začátcích podle mého názoru téměř nezbytná.

V Processingu lze velmi krátkým kódem programovat sofistikované programy. Pro příklad zde uvedu soutěž nazvanou *Tiny Sketch* pořádanou portály *rhizome.org* a *openprocessing.org*. Processing dokáže být natolik úsporný, že za pomoci maximálně dvou set znaků zde byli tvůrci schopni naprogramovat svébytné programy.

Máte-li počítač u sebe a jste-li připojeni k internetu, vřele doporučuji si nyní projít aktuální podobu stránky openprocessing.org



Snad největší předností pro začínající programátory je výtečná dokumentace a velmi přívětivá komunita lidí poskytující neúnavně rady začátečníkům.

5.6 Tvorba softwaru

Programy jsme dnes zvyklí spíše využívat než sami vytvářet. Vytváření programu je náročný proces a tvorba uživatelsky přátelského prostředí pro tvorbu programu je složitá.

Processing se svým způsobem nelíší od žádného jiného programu, který běžně využíváme. Jedná se o sadu příkazů a samotné programovací prostředí, které nám dovoluje určitou formou vytvářet svébytný program. I když se jedná již o programování, nelze jej běžně zaměňovat s klasickou tvorbou vyspělého nástroje.

Zde si musíme uvědomit, že náš potencionální produkt - program bude vždy spíše banální v porovnání se samotným prostředím Processingu. Processingový kód je výčet všech možností, které můžeme při tvorbě našeho programu využít. Obecně se dá říci, že Processing je nástroj pro tvorbu speciálních nástrojů. Výsledek našeho programování bude vždy pravděpodobně obsahovat poměrně větší část Processingu samotného.

Je dobré od začátku pochopit, k čemu lze Processing využít a k čemu jej opravdu využívat chceme. Processing se především hodí k rychlé tvorbě programu, ověření teze nebo spontánního nápadu. Pro podobné programování se také vžil pojem „rapid engineering“. Tvorba dospělejších nástrojů není sice nemožná, obecně ale platí, že Processing bude svými zkrajenými zápisý a jednoduchostí prostředí velmi nápomocný v začátcích.

Processing se svojí konstrukcí zejména hodí pro práci s obrazem, a tedy obrazu bude také věnována nejrozsáhlejší část této knihy. Výstupy z Processingu lze nadále zpracovávat, Processing tak může sloužit například jako mezičlánek ve výrobním procesu.

Dnes je Processing zejména využíván grafickými designéry, designéry užitého umění, tvůrci webových aplikací, softwarovými návrháři, vizuálními umělci a umělci, kteří se věnují instalacím v prostoru nebo živé projekci. K Processingu si ovšem nacházejí cestu i více technické obory,

zejména architekti, badatelé v oboru přírodních věd, statistici a všeobecně tvůrci softwaru, ale Processing nachází využití i v oborech zabývajících se humanitními vědami jako například sociologové nebo jazykovědci.

Processing se neomezuje na jeden obor, svojí koncepcí spíše nabízí společnou platformu pro mezioborovou komunikaci.

5.6.1 Otevřenost softwaru

Processing je jedním z jazyků, které byly vytvořeny v diskurzu zjednodušování programování. Jako každý jiný programovací jazyk je i Processing navržen pro jisté účely. V případě tohoto programovacího jazyka se nejvíce jedná o důraz na rychlý vývoj a zjednodušené nakládání s obrázem i prostorem. Z více technického pohledu pak Processing vyniká otevřenosí zdrojového kódů a důrazem na multiplatformovost.

Z pohledu vývojáře je velmi důležité, že jazyk i programovací prostředí Processing je v současnosti **otevřený software**, což znamená, že prostředí i samotný zdrojový kód jsou volně k dispozici. Processing je dále šířitelný pod **MIT licencí**. Pro vývojáře otevřenosí zdrojového kódů znamená zásadní věc, jednoduše pro dosažitelnost celého zdroje, který se dá následně například implementovat do různých prostředí. Další možnost vývojáře je rozšířit jazyk o vlastní funkce, a tím participovat na projektu, například tvorbou takzvaných knihoven (*viz ??, str. ??*). Otevřenosí kódů teoreticky navýšuje počet možných participantů a de facto celý projekt udržuje v dlouhodobém horizontu naživu.

Z pohledu samotného uživatele je velmi příjemné, že samotný software je k dostání zdarma na stránkách projektu. Za jeho užívání není nutné platit žádné poplatky, a to ani v případě komerčních užití. V případě potřeby vyjádření vděku za práci autorů je možné zmínit kdekoli ve vašem produktu **Built with Processing**.

Processing na první pohled není ničím zvláštní programovací jazyk. V podstatě by se dalo říci, že se jedná pouze o rozsáhlou knihovnu původního jazyk Java.

To, co Processing řadí mezi oblíbené softwary pro tvorbu, je nejvíce přívětivá komunita uživatelů s velmi odlišnými stupni znalostí a úhly pohledu. Zvláštní důraz je v komunitě kladen na poskytnutí co největší pod-

*v začátcích
nemusíte
věnovat
velikou po-
zornost této
zvyklosti,
dostane-li se
vám po čase
dobré po-
moci z ko-
munity, nebo
budete-li
jednoduše
Processing
využívat ke
své práci,
můžete jej
někde zmí-
nit, a tím
vlastně pro-
jekt podpořit*

pory právě začínajícím uživatelům. Tomu odpovídá i počet rozmanitých průvodců a rozsáhlá, velmi dobře a stručně napsaná dokumentace ke každému z příkazů v Processingu.

K otevřenosti v kódů v neposlední řadě přistupuje i celá řada velmi zkušených tvůrců. Tím se uživatel na jakémkoli stupni znalostí může kdykoli naučit nové postupy nebo může svobodně recyklovat algoritmy druhých uživatelů. Processing a čím dál více jeho uživatelů ctí filosofii otevřeného softwaru, která (mimo jiné) hlásá: „Vědomosti nesmí být privatizovány!“

5.6.2 Syntetický obraz

Hlavní doménou Processingu je schopnost vytvářet „živé“ programy, tj. programy běžící v reálném čase. Již jméno programovacího jazyka Processing napovídá akcent v čase se odvíjejících události.

Obraz vytvořený tímto způsobem, na první pohled zaměnitelný s videem, nemusí například podléhat časové omezenosti nebo může určitým způsobem reagovat na své okolí. Obecně jev běžícího programu v čase můžeme pojmenovat Generovaný obraz (nebo zvuk). Rozdelení je zde trochu problematické, v případě digitálního obrazu se již dnes nejedná o nic jiného než generovaný obraz. Sám proto radší používám výraz *syntetický obraz*. Syntetický obraz je takový obraz, který byl vytvořen uměle, tedy skladbou logických prvků, za účelem je vizuálně reprezentovat.

5.6.3 Empirický přístup k programování

I když bychom zásadní odlišnost od jiných programovacích jazyků hledali stěží, Processing proslul zejména snadností použití. Kompilovat program není otázkou nastavování kompilátoru a veškerých jeho parametrů, program jednoduše po stisku tlačítka *RUN* běží (je-li správně napsán). Samozřejmě tento reduktionistický přístup má své nevýhody, speciálně při rozsáhlejších projektech tato jednoduchost může dokonce omezovat. Processing ovšem lze jako svobodný software naimplementovat do řady jiných prostředí, a potřebujete-li si kompilační proces nastavit sami, nic vám například nebrání použít Processing jen jako knihovnu do *Javy*.

Tato jednoduchost na druhou stranu nezdržuje uživatele od myšlenkového toku psaní programu. Častou kontrolou výsledku kódu může uživatel lépe sledovat postupné změny v programu.

Nazývám tento způsob programování empirický, je to přístup, kdy je podle zkušenosti s běžícím programem dotvářen i samotný zdrojový kód. Mnoho technicky zaměřených lidí by zřejmě mohlo tento postup kritizovat pro přílišnou reduktivnost a amatérský přístup. Zde bych oponoval faktem, že motivace lidí vytvářejících například instalaci do galerie, příliš nezajímá formální dokonalost programu. Program je v pojetí tvůrců jen prostředníkem pro další sdělení, a jestliže toto sdělení předá, je to dobrý program.

Proces poznávání struktur jazyka při tvorbě obrazu prostřednictvím Processingu bych přirovnal k postupu od začátečnické malby na tkaniinu k postupnému tkaní gobelínu. Zde je nutno podotknout, že ne každý tvůrce využívající Processing chce tkát gobelín a najde-li nástroj vhodný „jen“ pro „malbu“ na plátno, je to dobrý nástroj.

Zamyslete se, k čemu byste Processing rádi využívali, účel světí prostředky. V Processingu tomu bývá bohužel často právě nao-pak.

Kapitola 6

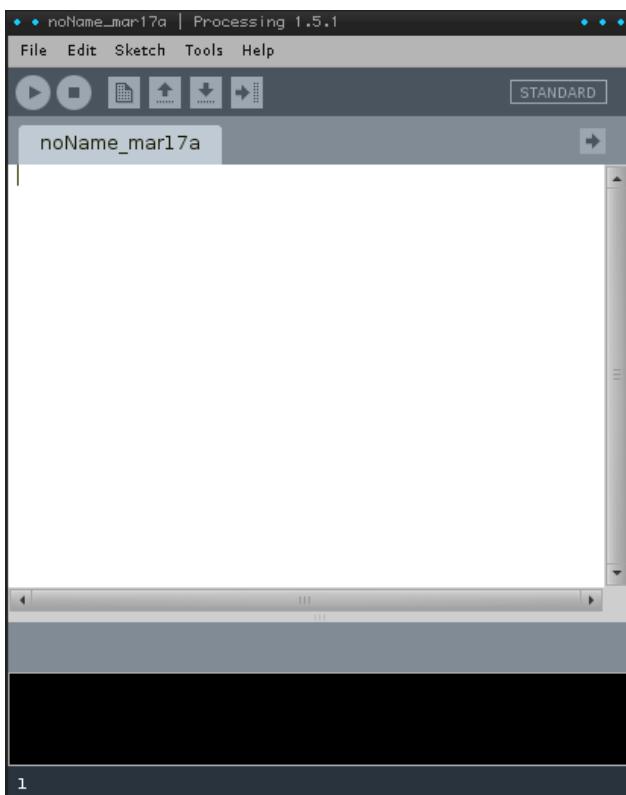
Processing jako prostředí

Processing představuje ucelené programovací prostředí, tzv. PDE¹. Jedná se o kompletní prostředí určené především k rychlému vývoji aplikací. Samotný program je jednak otevřeným softwarem², jednak je zdarma ke stažení pro všechny majoritní platformy. Processing je k dispozici pro [GNU / Linux](#), Mac OS i pro Microsoft Windows na stránkách projektu [processing.org](#). Porcessing je teoreticky možné spustit v jakémkoli prostředí umožňujícím chod virtuálního stroje Javy. Celý jazyk i samotné PDE vychází pod licencí [GNU / GPL](#), jedná se tedy o svobodný software (viz [Otevřenosť softwaru](#), str. 35).

¹Processing Development Environment

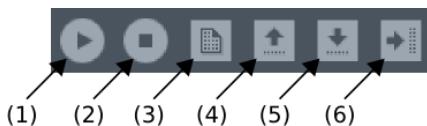
²tj. s otevřeným veřejně dostupným zdrojovým kódem

6.1 Základní prostředí



Zkuste nyní spustit Processing, bude dobré ho mít nyní při ruce. Nemáte-li jej po ruce, doporučují přeskocit následující kapitoly věnované prostředí.

Základní rozhraní tvoří textový editor s několika nezbytnými funkcemi. Patrně nejdůležitější je v liště tlačítko (1) RUN, které kompiluje a spouští program aktuálně rozpracovaný v textovém editoru. (2) Tlačítko STOP naopak program zastaví. V případě chyby v programu je lze též využít jako vynucené zavření programu. Zbylé tlačítka slouží k diskovým operacím.



6.1.1 Základní diskové operace

Jsou to operace jež něco zapisují či načítají z disku. Tyto operace zahrnují veškerou manipulaci se sketchí, její vytvoření, uložení, načtení či export do webového formátu či komplilaci do spustitelné aplikace.

Processingová sketch nemusí být nutně uložena, aby jste ji mohli spustit. Nové úpravy, které v textovém poli napíšete, budou dočasně uloženy v závislosti na vašem operačním systému jinde. Tímto způsobem můžete experimentovat s kódem, aniž byste přišli o předchozí verzi.

Mezi základní operace patří vytvoření nové sketche (3), otevření předešlé (4), uložení (5) a export (6).

Tlačítka mají dále speciální vlastnosti s podržením tlačítka: tlačítko s novou sketchí otevře také nové okno editoru. V kombinaci s načtením předchozí sketche (4) otevřete též sketch v novém editoru aniž by jste ztratili předchozí okno. U uložení se modifikace projevuje funkcí uložit jako. Při exportu přepínáte stisknutím klávesy *SHIFT* mezi exportem samostatné aplikace nebo tzv. appletu, aplikace schopné běžet v prohlížeči nebo obecně na webových stránkách.

6.1.2 Sketch

Sketch je v Processingu označení pro jednotlivé projekty. Sketch je ve své podstatě složka obsahující alespoň jeden stejně nazvaný soubor s příponou **.pde*. Sktech při vytvoření nevyžaduje název, je jí přidělen pouze aktuální datový kód zaznamenávající datum vytvoření. Tímto decentním způsobem Processing toleruje například nejasnost záměru autora při vytváření nového díla, jeho název či pracovní název lze tímto způsobem přiřadit až později, po nabytí jasnějších obrysů.

Program si vystačí pouze se samotným zdrojovým kódem, tj. souborem (soubory) `*.pde`. Ovšem operujeme-li s externími daty stojícími mimo zdrojový kód, můžeme využít dvě možnosti. První možnost je soubor, se kterým potřebujeme operovat, tažením myši přesunout na textové pole Processing IDE. Touto operací bude soubor zapsán do naší sketche automaticky. Druhá možnost je operaci provést manuálně, stačí vytvořit v adresáři sketche adresář s názvem **DATA**. Processing tuto složku automaticky rozpozná a soubory v této složce budou dobře dostupné pro pozdější operace.

Ke standardním adresářům, které se často objevují ve struktuře sketche, si stačí zapamatovat jen dva:

1) již zmíněný adresář nazvaný **DATA**. Tento adresář je využíván při práci s jakýmkoliv vnějšími daty, jako jsou např. obrázky, zvuky, videa, vektorové grafiky nebo textové soubory.

2) Druhý adresář nazvaný **CODE** obsahuje externí zdrojový kód, po případě kód komplikovaný v podobě knihovny, mající nejčastěji přípony `*.java`, `*.class`, `*.jre`. Tento adresář se nalézá v systémové cestě daného projektu a umístíme-li zde soubory, budou též dobré dostupné z daného projektu. Adresář **CODE** nás zatím nemusí příliš zajímat, později se jeho prostřednictvím můžeme pokusit rozšiřovat funkce Processingu externím kódem.

6.1.3 Sketchbook

Místo na disku, které Processing využívá k uskladnění sktechí, se nazývá povšechně sketchbook a je v podstatě pouze adresářem obsahujícím jednotlivé projekty. Koncepce sketchbooku spočívá v uspořádání jednotlivých projektů do organizované formy, a ačkoli nevnáší do jednotlivých projektů sám o sobě řád, může napomoci k vytvoření řádu vlastního. Ze své zkušenosti mohu říci, že organizace jednotlivých projektů do jakékoli struktury má opravdu smysl. Mnou preferovaná struktura obsahuje jednotlivé roky následně ještě dělené do měsíců, ale možnosti organizace záleží čistě na uživatelských preferencích. Tímto chci spíše ilustrovat možnost uspořádání nežli nezbytnost, ale přítomnost vašeho systému od počátku vřele doporučuji.

Ve sketchbooku se dále nachází jeden speciální adresář nazvaný *libraries*. Adresář v sobě uchovává externí rozšíření Processingu o komunitní knihovny. Standardně Processing již své základní knihovny nese v sobě, tj. jsou standartně přidány do samotného Processingu. V tomto adresáři se nacházejí knihovny, které budete moci použít později. Na stránkách projektu <http://processing.org> můžete nalézt velké množství komunitních knihoven s dobrou dokumentací, volně ke stažení. Veškeré tyto knihovny tedy Processing potřebuje nalézt v tomto adresáři.

6.1.4 Editor

Editor je textové pole a je vaším hlavním nástrojem komunikace s Processingem. Veškeré informace, které zadáte do tohoto pole, budou interpretovány samotným Processingem. Textový editor není nijak dokonalý, pro začátek si s ním ovšem vystačíme. Formát, který tento editor produkuje, je ve své podstatě textový soubor s příponou **.pde*.

Textový editor má několik funkcí, které vám mohou usnadnit práci. Odlišuje například mezi příkazy Processingu odlišnými barvami, a tato zdánlivá drobnost speciálně v začátcích napomůže nebo v případě objemnějších kódů může výrazně zpřehlednit organizaci programu. Jedná se o programátorskou konvenci obecně v anglickém jazyce nazývanou **syntax highlighting**.

Další konvencí, se kterou se často setkáte, je tzv. **indenting**, zarovnávání kódu do úhledných paragrafů. V Processingu si ze začátku vystačíte se standardním zarovnáním, posléze lze zarovnávání aktivovat stiskem kombinace kláves *CONTROL (APPLE)* + *T*.



Horní lišta editoru označuje záložky, kliknutím na šipku v na pravé

straně lišty se vám zobrazí možnosti operací se záložkami. Pro začátek s nimi nebudeme operovat. V případě delšího kódu záložky slouží k lepší organizaci struktury programu. V podstatě se dá říci, že každá záložka odpovídá jednomu souboru ve sketchi (viz ??, str. ??)ketch.

Jak můžete vidět na obrázku, editor operuje i s českými znaky, ačkoli bych je z důvodů internacionálizace neradil používat. V komentářích, tj. textem uvozeným dvěma dopřednými lomítky //, což je text, který kompilér ignoruje, jsou diakritická znaménka přípustná.

Naopak v případě názvu proměnných nebo jakýchkoli funkčních definic je použití diakritiky v devadesáti procentech nefunkční.³

6.2 Klávesové zkratky

CTRL + r spustí program

CTRL + SHIFT + r takzvaný present mode spustí program a zatemní zbytek obrazovky

CTRL + t automatické formatování textu, zarovnává text do odrážek

CTRL + k otevře adresář konkrétního projektu

CTRL + f vyhledávání v textu a nástroj pro hromadné nahrazování

CTRL + SHIFT + f vyhledávání v označeném příkazu v referencích

CTRL + s save, uloží projekt na disk

CTRL + SHIFT + s uložit jako

CTRL + e export jako webový applet, otevře exportovaný projekt

CTRL + SHIFT + e export jako aplikace, zobrazí okno s výběrem platform pro export

* značí klávesu *CTRL* PC a *APPLE* na Mac.

³Standardní jazykové kódování, ve kterém Processing operuje je *UTF-8*.

Kapitola 7

Processing jako jazyk

7.1 Soustředěná činnost

Než začneme doopravdy programovat, musíme si uvědomit, že tento proces vyžaduje velikou dávku koncentrace. Obecně se nedá říci, jaké fyzické prostředí je k programování ideální. To se samozřejmě může lišit. Ale platí, že fyzický prostor, který k programování potřebujete je prostor, ve kterém se můžete sami soustředit na práci.

Koncentrace při psaní programu je specifická dovednost, kterou se začátečník učí jen stěží. Bohužel pouhým čtením této knihy se již vyvádíte z potencionální koncentrace. Učení se programovat je náročný proces a vyžaduje velikou dávku koncentrace sám o sobě. Okamžité ozkoušení nových poznatků pomáhá zápisu informací do vaší dlouhodobé paměti a opakování je samozřejmě nezbytné k utužení těchto struktur. Co je bohužel při počátečním programování nezbytné, je například hledání v referencích a spolu se soustředěním na program samotný je celý proces učení se na koncentraci velmi náročná věc.

V problematice programování obecně platí, že není nic složitějšího než číst cizí kód, nebo dokonce kód vlastní s odstupem času. Při programování se lidská mysl dostává do stavu mimořádné bdělosti a koncentrace. Tento

Otevřete některý z příkladů z lišty file > examples, a letmo se seznamte s kódem. I když mu nebudeš rozumět, podívaje se jaké znaménka a barvy se v kódru opakují atd.

stav je často popisován programátory jako tzv. **flow**. Jedná se o stav, ve kterém mysl vědomě udržuje celý program¹ v paměti.

Pokaždé, když si programátor takový stav přivodí, vše v kódu² se pro něj jeví srozumitelným. Formátování a standardy velmi napomáhají k rychlému navození bdělého stavu, protože samy o sobě jsou jistou formou jazyka.

7.2 Základní pravidla a zvyklosti

V programování obecně platí jisté zákonitosti. Není tomu jinak ani u pravidel, které nejsou důležité pro čtení kódu strojem, ale spíše pro člověka. Speciální zákonitosti formátování kódu mají ryze praktickou funkci. Jedná se o standard dodržovaný programátory, tak aby byli schopni sdílet své úsilí.

7.3 Logika programování

Pro začátek je dobré si představit program jako sadu instrukcí. Každá instrukce má svůj význam a své místo. Instrukce se píší v programovacím jazyku a jejich interpretace je vždy pro stroj jednoznačná. Stroje podle svého návrhu nedělají nic, kromě toho, co mají takto instruováno.

Veškeré programy, které používáte, dokonce i programy, o nichž nevíte že používáte, byly někdy naprogramovány lidmi pomocí programovacích jazyků. Programovací jazyk je pouze plánovací forma zápisu programu. K tomu, aby byl program spuštěn, musí být v případě jazyku Processing převeden do strojového kódu. Strojový kód se liší od toho zdrojového, našeho čitelného plánovacího jazyka, tím, že není čitelný pro člověka, je čitelný pro stroj.

Počítač je pouhý stroj. Umí opravdu rychle vykonávat sled banálních operací. Programovací jazyk slouží k vytvoření smyslu ve sledu banálních

¹nebo větší části programu

²podle míry ovládnutí programovacího jazyka

operací. Proces převodu ze zdrojového kódu do strojového se nazývá komplikace.

O komplikaci toho nemusíme naštěstí vědět mnoho, vše bylo již tvůrci Processingu a jazyku Java shrnuto pod tlačítko spustit.

*Budete-li
mít otevřený
nějaký kód
z examples,
zkuste ho
nyní spustit,
uvidíte, jak
se program
chová. Vy-
zkoušejte
několik pří-
kladů.*

Kapitola 8

Stavba programu a syntax

8.0.1 Komentář

Komentář je vše, co program ignoruje. Je to místo v programu určené ke čtení člověkem. Komentáře dálé často slouží k rychlé editaci programu. Od komentováním řádky funkčního kódu lze vynechat některé funkce Processingu.

Nádsleduje zápis tak, jak jej již můžete vepsat do editoru Processingu. Vřele doporučuji mít v této chvíli Processing v průběhu čtení knihy zapnutý a po ruce, abyste si příklady v rámečcích mohli vyzkoušet. Komentář je řádek textu nebo jeho část uvozená dvěma dopřednými lomítky.

```
// komentar je uvozen dvema doprednymi lomitky
```

Spusťte-li nyní program tlačítkem RUN, objeví se šedé okénko prvního Processingového programu. Jelikož jste zatím nedefinovali nic funkčního, program také nic nedělá.

V praxi je pak často využívaný i druhý způsob komentáře, takzvaný víceřádkový komentář. Ten začíná dopředným lomítkem a hvězdičkou a končí těmito znaky v obráceném pořadí.

```
/* viceradkovy komentar je uvozen  
doprednym lomitkem a hvezdickou  
ukoncen hvezdickou a lomitkem
```

vyzkoušejte
si napsat
nějaký text
do textového editoru, spusťte
program, následně před něj vložte dvě dopředná lomítka, pozorujte rozdíl

(v obraceném poradí)

```
toto je viceradkovy KOMENTAR
toto je viceradkovy KOMENTAR
toto je viceradkovy KOMENTAR
toto je viceradkovy KOMENTAR
*/
/*zacatek ..... konec*/
```

Komentáře v Processingu poznáte vždy nejrychleji tak, že je bude editor barvovat šedou barvou.

8.0.2 Základní datotypy

Ke stavbě programu potřebujeme stavební materiál. Pro základní pochopení fungování programu je nezbytné nejdříve pochopit základní datotypy. Datotyp si lze obecně představit jako obálku na informaci.

Processing rozlišuje mezi jednotlivými datotypy. Informace, které se nacházejí v paměti, se musejí nacházet pod správným datotypem, tak aby program věděl, jak s nimi operovat.

K datotypu je možné si představit různé paralely, má oblíbená je podobnost s obálkami nebo nádobami. Různé datotypy si můžeme představit jako tvary nádob. Do různých nádob lišících se tvarem se směstná různý obsah. Typy obsahů se dají názorně představit na rozdílu mezi textovou informací a informací číselnou.

Processing potřebuje nejdříve vědět, zda nádoba obsahuje text nebo číslo, aby mohl s ní mohlo operovat. Například nelze provést matematickou operaci mezi dvěma slovy. Sčítat, odčítat, dělit či násobit se dají pouze čísla.

8.0.3 Seznam základních datotypů

Datotypů je jen několik, dají se vcelku snadno zapamatovat:

```
int mojeCeleCislo = 1;
float mojeCisloSDesetinnouCarkou = 1.33;
```

```
boolean mojePravdaCiNepravda = true;
String mujSlovniRetezec = "Ahoj svete!";
char mujJednotlivyZnak = 'A';
```

Takovému zápisu bude již Processing rozumět. Vepsáním těchto řádků do processingového editoru již dochází k alokaci vašich informací ve správných datatypech v paměti. Vysvětlete si nyní několik nejasností.

První slovo na každém řádku označuje odlišný datotyp (náš tvar nádoby), následuje jméno proměnné (název pro naší nádobu), poté může následovat rovnítko, které již přiřazuje obsah – hodnotu do proměnné (nádoba je naplněna).

Každý příkaz je ukončen středníkem ; .

Podivné názvy takzvaných proměnných jako například *mojeCeleCislo*, jen ukazují, že název pro svoji proměnnou můžete zvolit téměř podle libosti. Proměnná ale nesmí mít v názvu mezeru, tedy prázdný znak. Podle zvyklostí by dále proměnná měla začínat malým písmenem a potřebujete-li nutně použít víceslovny název, napište velké písmeno namísto mezery.

Proměnná nesmí být číslo, ale slovní název. Programátorské konvence při pojmenovávání proměnných jsou ryze praktické. Proměnná by měla mít co možná nejkratší a nejvýstižnější název. Toto je spíše dobré doporučení nežli pravidlo. Správným pojmenováním proměnných docílíte větší přehlednosti v kódu, kratší délkou si ušetříte zbytečné psaní.

Bedlivě si prostudujte jednotlivé datotypy, přepište je do Processingu a zkuste pojmenovat po svém. Podle toho, co mohou reprezentovat, přiřaďte patřičné hodnoty.

8.0.4 Barva

Zvláštním datatypem v Processingu je datotyp určený pro barvy, *color()*. Barvy lze definovat následujícími způsoby.

```
// skala sede, 0 = cerna, 255 = bila
color mojeBarvaSeda = color(127);

// skala sede s pruhlednosti
color mojeBarvaSeda2 = color(255,127);

// cervena, modra, zelena
```

```
color mojeBarvaOranzova = color(255,127,0);

// cervena, modra, zelena, pruhlednost
color mojeBarvaOranzova2 = color(255,127,0,127);

// barva vyjadrena stylem HTML, v hexadecimalnim tvaru
color mojeBarvaOranzova3 = color(#FFCC00);
```

otevřete si
lištu tools
> Color
Selector,
zkuste vy-
brat několik
barev a pře-
psat je do
správného
tvaru

Pro výběr oblíbené barvy lze využít nástroj z lišty Tools > Color Selector.

Základní barevné nastavení je 24 bitové RGB, to znamená že každá barevná jednoho kanálu má 8 bitů, tedy 256 různých stupňů. Nejvyšší stupeň je ovšem 255, jelikož ten nejnižší není 1, nýbrž 0.

Kolorimetrické prostory a jejich rozmezí se dají volně definovat pomocí příkazu [colorMode\(\)](#).

8.0.5 Tisk do konzole

Tento jednoduchý program zatím jen definoval páár proměnných do správných datových typů a nedělá nic zajímavého. Celá alokace probíhá uvnitř programu. Processing provádí většinu svých operací skrytě. Program kreslí nebo jinak interaguje s uživatelem, jen je-li o to požádán.

Nejjednodušší výstup z programu je tisk do tzv. konzole. Konzoli jsme si již krátce uvedli v kapitole Základní prostředí. V Processingu se konzole nachází pod textovým editorem. Toto černé pole má pouze textový výstup a slouží k doladění programu.

Tiskem do konzole si nyní můžeme například zkontrolovat obsah našich proměnných. To můžeme provést následujícími dvěma způsoby:

```
print(mojeCeleCislo);

println(mujSlovniRetezec);
```

Oba příkazy tisknou obsah našich proměnných. Jediný rozdíl mezi příkazy je ten, že druhý příkaz končí znakem:

```
"\n"
```

jedná se o tzv. *newline character*, přidáním speciálního charakteru příkaz tiskne pokaždé na nový řádek. Není nutné si pamatovat tento speciální znak, postačí když si zapamatujeme příkaz

```
println( cokoli );
```

Spustíme-li program nyní, v konzoli se nám ukáže výstup z našeho programu:

```
1ahoj světe!
```

Zde je názorně vidět, že tisk pomocí pouhého příkazu nepoložil další příkaz na nový řádek, a tedy vytiskl *1ahoj* dohromady.

Tisk do konzole se hojně používá při ladění programu. Kdykoli se na něco potřebujete kódu zeptat, můžete tak učinit tímto prostým příkazem.

V konzoli se tisk projevuje bílou barvou. Další možný obsah konzole jsou chyby. Ty jsou označeny barvou červenou. Processing vám chybou naznačuje, že něco není v pořádku s vaším kódem. V případě takto jednoduchého programu se v drtivé většině případů bude jednat o překlep, či zapomenutý znak.

Programovací jazyk bohužel (naštěstí?) neodpouští žádné překlepy. Tedy bude stačit jeden chybný znak v programu, aby celý program nebyl spusťitelný.

Bohužel chybové hlášení se nedá označit za dokonalé a pro začátečníky bude velmi složité dobrat se pomocí chybových hlášení k původu chyby. Na zlepšení chybových hlášek se pracuje již dlouhou dobu a některé základní chyby Processing v angličtině umí dobře popsat. Většinou ale Processing tiskne řetězec svých chyb, které byly nastartovány chybou vaší, a chybová hlášení čítající několik desítek řádků vám toho nakonec o původní chybě moc nesdělí.

V případě chyby se vás Processing bude snažit přesměrovat na řádek, kde chyba pravděpodobně vznikla. V případě takto jednoduchých programů, jaké si zde ukazujeme, chybu identifikuje zcela bezchybně, bohužel tomu tak nebude ve všech případech.

Vyzkoušejte si vytisknout různé proměnné, ověřte, zda-li tisknou hodnoty, které jste jim zadali.

8.0.6 Základní operace s datotypy

Náš program nyní neprovádí nic světoborného. Definuje pář proměnných a následně některé z nich tiskne do konzole. Operujeme zde stále s abstraktními hodnotami, které se zapisují do paměti programu a pak je z paměti zpětně získáváme.

Nyní si ukážeme, co s již definovanými proměnnými můžeme dělat. Jednotlivé datotypy mají různé přípustné operace. Zkusme si letmo projít možnosti našich proměnných.

- Integer a Float, neboli čísla: *int a float*

První proměnná *mojeCeleCislo*, které byla přiřazena hodnota 1, je takzvaný *Integer*, tedy celé číslo. Tento typ může mít hodnotu¹ v rozsahu -2147483648 až 2147483647 . V rozmezí těchto hodnot můžeme provádět různé matematické operace s čísly:

```
int prvniCislo = 1;
int druheCislo = 5;
int tretiCislo;

tretiCislo = prvniCislo + druheCislo;

println(tretiCislo);
```

Tímto jsme provedli základní matematickou operaci, sečetli jsme dvě čísla a následně jsme výsledek vytiskli do konzole.

Další možné operace jsou:

```
// aritmetické operace
a + b;
a - b;
a * b;
a / b;

// prirustky
a += b;
a -= b;
```

¹na 32-bitových strojích

```
// prirustek, ubytek o 1
a++;
a--;

// modulo (prebytek po deleni)
a % b;

// a porovnavani
// vetsi, mensi
a < b;
a > b;

//vetsi nebo rovna se, mensi nebo rovna se
a <= b;
a >= b;

// shoda, neshoda
a == b;
a != b;

// pozor, vysledkem porovnavani jiz není cislo
// ale odpoved ANO, nebo NE, TRUE, nebo FALSE
// pravda, nebo nepravda, datotyp boolean
```

S celými čísly neboli *int* nebude problém se sčítáním, odčítáním a násobením. V případě dělení může nastat logicky problém, výsledek nemusí být celé číslo. Budeme-li chtít výsledek takové operace uchovat v paměti, tj. zapsat pod naši proměnnou, musíme použít datotyp operující s desetinnou čárkou, nebo výsledek zaokrouhlit na celé číslo.

například:

```
int a = 10;
int b = 3;
float c;

c = a / b;

println(c);
```

Vytiskne 3.0. Pozor, to není správný výsledek! Kde se stala chyba? Processing operující s celými čísly speciálně při dělení předpokládá

výsledek opět celé číslo. Tedy ono zaokrouhlení provádí již sám. Stačí si nyní pamatovat, že pro přesné dělení čísel bychom měli dělit vždy číslem s desetinnou čárkou, tj. s datatypem *float*.

Tedy správně by dělení mělo proběhnout takto:

```
float a = 10;
float b = 3;
float c;

c = a / b;

println(c);
```

Tisk do konzole již ukazuje správnou hodnotu 3.333333.

Pro další operace s čísly bych pro přesnost výsledků důrazně doporučil používat jen float. Další operace mohou vypadat například takto:

```
float a = 3;
float b;

// sq je funkce pro "square", cislo na druhou
b = sq(a);
println(b);

// sqrt je funkce pro "square root", odmocninu
b = sqrt(a);
println(b);

// pow je funkce pro "power", cislo na N-tou
// minusova cisla v N jsou odmocniny
b = pow(a,3);
println(b);

b = pow(a,-3);
println(b);

// atp.
```

- *char a String*, znak a řetězec znaků, text

S textem nelze operovat stejně jako s čísly, je logické, že nemůžeme násobit texty mezi sebou. *String* je speciální datotyp pro uchovávání textů v paměti a nakládá se s ním speciálními funkcemi. Prozatím nám bude stačit, když si ukážeme velmi jednoduchou operaci s textem, spojení dvou řetězců dohromady.

Pro označení hodnoty řetězce se používají dvojité uvozovky. S textem se pracuje následovně:

```
String prvniSlovo = "Ahoj";
String druheSlovo = "svete!";
String slovniSpojeni;

slovniSpojeni = prvniSlovo + " " + druheSlovo;
println("Dve spojena slova: " + sovniSpojeni);
```

Všimněte si prosím mezery vložené mezi slova. Uvozená mezera je také řetězec textu. Výsledným tiskem do konzole tedy dostaneme následující řetězec textu:

```
Dve spojena slova: Ahoj svete!
```

Zde jsme provedli jednu ze základních operací s textem, spojování řetězců. *String* lze také spojit s jednotlivými znaky nebo také s čísly, výsledkem bude ovšem vždy další *String*.

```
int a = 1;
int b = 2;
String slova = "test";

// "slova = slova + neco" lze také nahradit znamenkem
// "+="
// stejným znamenkem, které u císel znamená přirustek,
// tedy místo:
// slova = slova + " " + a + " " + b;
// můžeme zkrátit na:

slova += " " + a + " " + b;

println(slova);
```

Výsledkem bude: *test 1 2.*

Řetězce se dají dále porovnávat, seřazovat, lze v nich vyhledávat znak či slovo a tak podobně. Pro náše účely zatím postačí si uvědomit rozdílné operace mezi textem a číslem.

- *boolean*, neboli pravda nebo nepravda

Boolean je nejjednodušším datatypem v Processingu, může vyjadřovat pouze dva stavů. Pravdu (*true*), nebo nepravdu (*false*). Žádnou jinou hodnotu *boolean* nepřijímá, a je proto, co se paměti týče, velmi úsporným datatypem. Operace s booleany se nazývají logické operace a vypadají následovně:

```
boolean prvniTvrzeni = true;
boolean druheTvrzeni = false;
boolean tretiTvrzeni;

// "&&" znaci logickou operaci AND
// vysledek bude TRUE, pravda, JEN pokud
// prvniTvrzeni a druheTvrzeni bude pravda
tretiTvrzeni = prvniTvrzeni && druheTvrzeni;

println(tretiTvrzeni);

// "||" dve svisle cary je OR, tj "nebo"
// vysledek bude TRUE, pravda, pokud
// prvniTvrzeni nebo druheTvrzeni je pravda
tretiTvrzeni = prvniTvrzeni || druheTvrzeni;

println(tretiTvrzeni);

// posledni zakladni operaci je porovnani
// muzeme porovnat dva booleany pomocí "=="
// dvojiteho rovnitka
tretiTvrzeni = (prvniTvrzeni == druheTvrzeni);

println(tretiTvrzeni);

// pro negativni vysledek je zaporne porovnani "!="
// vykricnik pred booleanem vždy znaci opak

tretiTvrzeni = (prvniTvrzeni != druheTvrzeni);
```

```
println(tretiTvrzeni);
```

Boolean je možné si představit jako vypínač světla. Zapnuto a vypnuto jsou jediné dva stavы podobného vypínače. Booleany často řídí tok programu, je možné si je představit jako přepínače mezi jednotlivými stavы programu.

8.0.7 Základní struktura programu

Processing rozlišuje mezi jednotlivými programovacími přístupy. Textový editor se automaticky přizpůsobí způsobu programování. Tímto přístupem se Processing snaží co nejvíce přiblížit začátečníkovi. Základní prostředí nám dovoluje pouze nakreslit tvary a ukončit program. K pohybu v čase musíme Processingu definovat základní strukturu programu.

Dvě nejzákladnější funkce, se kterými se budeme při programování setkávat, jsou `setup()` a `draw()`.

- `setup()` je funkci, která bude spuštěna jednou, na začátku programu. Zde se nejčastěji nastavují počáteční parametry, které si potřebujeme připravit, než se spustí kreslicí funkce.
- `draw()` je funkce pro opakované kreslení, bude spouštěna stále po dobu chodu programu, zde budeme nejčastěji kreslit tvary a provádět proměnlivé výpočty pro animaci.

Základní funkce pro vyvolání překreslování výstupního okna je funkce `draw()`. Funkce je uvozena slovem `void`. O funkci se více dozvímé později (viz *Funkce*, str. 88). Jedná se o základní smyčku, která zajistuje jakoukoli proměnlivost, tedy animaci v obraze. Smyčka je de facto operace, která v programu vyjadřuje rozměr času.

Základní struktura bude vypadat asi takto:

```
void setup(){
    size(200,200);
    frameRate(15);
```

```
println("tisk z funkce setup()");  
}  
  
void draw(){  
    background(0);  
    println("tisk z funkce draw() " + frameCount);  
}
```

Vémi pozorně si pročtěte předchozí dva příklady. Ujistěte se, zda rozumíte dobré rozdílu mezi `setup()` a `draw()`, protože další pokračování bude rozumění klíčové.

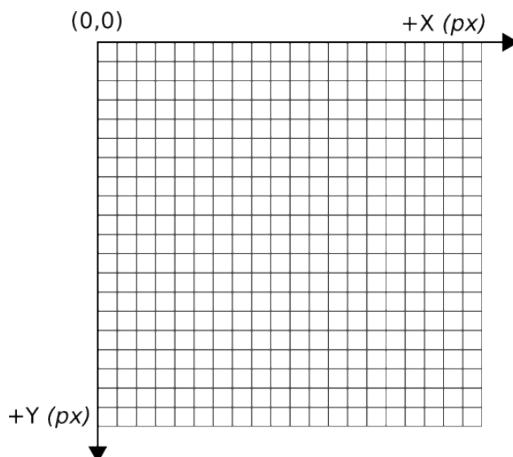
Po spuštění programu uvidíte v konzoli následující výstup:

```
tisk z funkce setup()  
tisk z funkce draw() 1  
tisk z funkce draw() 2  
tisk z funkce draw() 3  
tisk z funkce draw() 4
```

8.1 Zobrazení

8.1.1 Orientace v prostoru

Plocha programu by se dala přirovnat k listu papíru, popřípadě k malířskému plátnu. Ve standardním dvoudimenzionálním módu má dva základní parametry, X a Y , označují souřadnice, ve kterých se veškeré kreslicí operace pohybují. Důležité je zmínit, že oproti jisté konvenci v matematických grafech nese levý horní roh hodnotu $X = 0$, $Y = 0$. Směrem dolů hodnota Y přibývá, stejně tak jako hodnota X přibývá směrem doprava.



Tato konvence je převzata ze standardu počítačové grafiky, kdy první pixel v levém horním rohu nese souřadnicovou hodnotu právě $X = 0, Y = 0$. Obrácená osa Y se může ze začátku jevit matoucí. Důvody pro zdánlivé převrácení os pochopíme později, například právě při operacích se samotnými obrazovými body, pixely, které jsou standardně uspořádány od levého horního rohu doprava a níže.

Plochu je možné si představit jako prázdný prostor, na kterém je možno zobrazovat grafiku. Tvary nebo například text se zobrazují právě prostřednictvím zdrojového kódu, tj. instrukcemi psanými v editoru.

Na první pohled by se mohlo zdát, že je například při zobrazení obdélníku, příkaz:

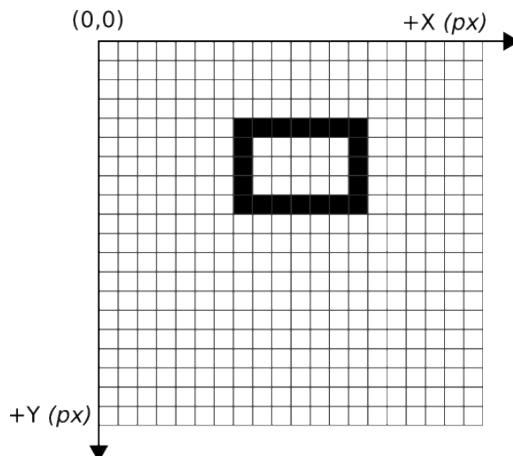
```
rect(x,yš,ř a ,šv ka);
```

jehož výsledkem je kresba pouhého obdélníku, zbytečně komplikovaný oproti jiným zobrazovacím metodám. Důležité je si zde uvědomit koncepci Processingu, který tímto zobrazením primitivních objektů sestavuje celý obraz. To, co se zpočátku může zdát jako nadbytečná práce, tj. psaní koordinát každého ze zobrazovaných objektů se posléze ukáže jako sofistikovaný a velmi ulehčující způsob přemýšlení o obraze. Veškeré parametry oddělené čárkou v kulatých závorkách příkazu *rect* naleží samotným

vstupním hodnotám. Příkaz *rect* očekává čtyři parametry. Parametry mohou být celá čísla nebo čísla s desetinnou čárkou. Pro názornost, zadáme-li do parametrů „natvrdo“ hodnoty:

```
rect(8,6,7,5);
```

Výsledné zobrazení na naší pomyslné ploše bude následující:



Zamyslíme-li se například nad tím, že bychom v jakémkoli jiném nástroji chtěli zobrazit více, například tisíc obdélníků, na první pohled jednodušší GUI² grafické editory nám nedovolí tuto operaci učinit jinak, než že musíme všech tisíc obdélníků nakreslit. V případě Processingu nám bude stačit vytvořit rutinu pro kreslení libovolného počtu obdélníků a pak tuto rutinu spustit.

Zde se již dostáváme k samotnému jádru Processingového přemýšlení. Programování obecně dokáže velmi ulehčit operace, jejichž pravidelnost dokážeme popsat. Veškeré umění psaní programu tedy spočívá v definicích těchto chování a redukci složitých jevů na jednoduché rovnice.

²Zkratka pro „Guided User Interface“ klasické grafické editory jako Gimp nebo Photoshop

Celé řemeslné umění psaní kódu v podstatě záleží na eleganci zápisu složitějších vztahů mezi různými parametry. Dovednosti se člověk učí postupně, osvojení si gramatické korektnosti a logické posloupnosti se mohou zpočátku jevit zbytečně komplikované, ovšem už po ovládnutí pouhých pravidel lze Processing využít kreativním způsobem.

Zkuste si na kus papíru, nejlépe čtverečkového, nakreslit jednotlivé objekty. Uvědomte si, v jakých dimenzích se pohybují.

8.2 Hodnota a její zobrazení

K čemu jsou vlastně hodnoty dobré? Tisk do konzole je jen kontrolní mechanismus, většinou se nejdřív o výslednou podobu programu.

Po celou dobu sčítání a odčítání hodnot jsme nevyvolali žádnou funkci, která by kreslila na plátno.

Nyní je na čase ukázat si, jakým způsobem Processing rozumí kresbě. Tytéž hodnoty, které máme nyní v paměti, mohou být použity pro jakýkoli kreslený výstup. Řekněme, že chceme z těchto hodnot zobrazit například elipsu. K tomu potřebujeme vyvolut funkci pro tvorbu elipsy, pokud ji nechceme zrovna z nějakých důvodů popisovat matematicky (to je samozřejmě dobré možné).

Processing nemá předdefinované žádné složité tvary. Pracuje sám o sobě pouze s tvary primitivními, jako je bod, linka, trojúhelník, obdélník a elipsa. Pomocí těchto tvarů lze zkonstruovat nepřeberné množství obrazů. Představíme-li si nyní digitálně zpracovanou fotografii, můžeme například říci, že je zkonstruována z bodů. Jednotlivé body, tj. pixely, mají jinou barevnou hodnotu, a takto poskládaný obraz se ve výsledku jeví jako fotografie.

Problém v případě konstrukce syntetické fotografie nespočívá v geometrii; tou je známá, mřížka bodů s počtem šířky krát výšky obrazových bodů digitální fotografie. Problém je v barevných hodnotách, které neznáme a synteticky je jakoukoli matematickou funkcí těžko obsáhneme.

Dat pro výpočet fotorealistického obrazu potřebujeme opravdu hodně, nástroje, které dokáží simulovat fotorealistický obraz, existují a není jich málo. Dokonce i v Processingu existují podobná rozšíření, která přímo zpracovávají a zajišťují obrazový výstup.

Tento příklad je trochu extrémní, ale naprostě pravdivý. Věc, kterou

se snažím ilustrovat, je, že i s minimálním počtem primitivních geometrických tvarů lze docílit téměř nekonečného (spočitatelně obrovského) množství obrazů, což by nám mělo nadlouho stačit.

Nyní zpět k hodnotám. Máme-li již jakékoli hodnoty v paměti programu, můžeme kterékoli z nich namapovat na jakoukoli kreslící funkci. Zde začíná naše experimentální část, často se totiž stává, že výsledek kreslení neumíme plně předpovědět a teprve zobrazením nám kresba vzhledem k hodnotě začne dávat smysl.

8.3 Kresba

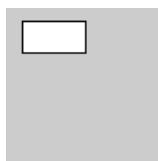
Jak zobrazit hodnoty, které uchovává program v paměti? Jakoukoli hodnotu lze použít například jako jeden z argumentů v kreslicích funkcích.

Již zmiňovaný `rect()`, tedy rectangle – obdélník, vyžaduje ke svému úspěšnému vykreslení čtyři parametry, čtyři číselné hodnoty³. Tyto parametry, hodnoty, můžeme buď zadat jako přímé číselné hodnoty, nebo do těchto parametrů můžeme zadat naší promennou, která obsahuje číslo. Názorně:

```
// prvni zpusob vykresleni obdeniku
rect(10, 8, 40, 20);

// druhý zpusob vykresleni obdelniku
int prvniCislo = 10;
int druheCislo = 8;

rect(prvniCislo, druheCislo, 40, 20);
```



³Zde nezáleží, jestli se jedná o celé číslo (int) nebo číslo s desetinnou čárkou (float).

Již nyní je nám zřejmé, jak hodnoty mohou ovlivnit zobrazení. Namísto hodnot zadaných číselně se zde v druhém způsobu vykreslení obdélníku objevují naše proměnné, které mají již zadáný obsah. Výsledek zobrazení bude v obou případech stejný, ovšem z hlediska struktury programu je druhý způsob daleko flexibilnější.

V Processingu je předdefinovaných jen několik základních tvarů, se kterými lze bohatě vystačit. Kromě již zmíněného `rect()` jsou zde také základní tvary:

- `point()` - bod(X, Y)
- `line()` - čára(X_1, Y_1, X_2, Y_2)
- `ellipse()` - elipsa(X, Y , šířka, výška)
- `point()` - trojúhelník($X_1, Y_1, X_2, Y_2, X_3, Y_3$)
- `quad()` - čtyřúhelník($X_1, Y_1, X_2, Y_2, X_3, Y_3, X_4, Y_4$)

Nakreslete jeden bod, čáru a elipsu tak, aby se vzájemně ne-překrývaly. Zkuste změnit jejich pořadí sledujte změny po spuštění.

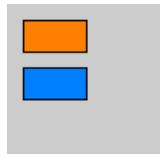
8.3.1 Výplň a obrys

Některé tvary mají výplň a jiné (`point()` a `line()`) pouze konturu. Potřebujeme-li změnit barvu kresby objektů, můžeme použít vědomosti z předchozí kapitoly (viz *Barva*, str. 51).

Výplň je definována jednou barevnou hodnotou přidanou do funkce `fill()`. V kódu bude zápis vypadat následovně:

```
fill(255,127,0);
rect(10, 10, 40, 20);

fill(0,127,255);
rect(10, 40, 40, 20);
```



Opak příkazu `fill()` je `noFill()`. Potřebujeme-li vykreslovat u objektů s výplní pouze jejich konturu, můžeme použít právě příkaz `noFill()`.

K ovládání barvy kontury použijeme příkaz `stroke()`, ten opět přijímá hodnotu barvy. Jeho opakem je `noStroke()`.

Ukažme si názorně zápisy:

```
fill(255, 127, 0);
noStroke();
rect(10, 10, 40, 20);

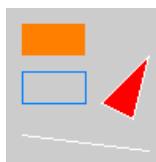
noFill();
stroke(0,127,255);
rect(10, 40, 40, 20);

noFill();
stroke(0,127,255);
triangle(80, 70, 60, 60, 90, 30);

stroke(255);
line(10, 80, 90, 90);
```

Všimněte si zde pořadí, v jakém příkazy určují výsledný obraz. Jeden příkaz na změnu barvy bude aplikován postupně na všechny objekty, které poté budou vykresleny, dokud opět nezměníte nastavení barev pro kresbu.

Výsledek kódu vypadá následovně:



Představme si nyní, že hodnota zadaná prvním způsobem zápisu se již nikdy v průběhu programu nemůže proměnit. V případě druhého způsobu zápisu získáváme díky možnosti změny jednoho parametru kontrolu nad kresebným výstupem.

Veškeré příkazy, které jsme si zatím ukázali, byly spuštěny pouze jednou. To znamená, že obdélník byl vykreslen a program, který již neměl žádné další příkazy jednoduše skončil.

V další kapitole si předvedeme, jak vdechnout procesům pohyb a stálost, následující kapitola je věnovaná animaci.

8.4 Pohyb

8.4.1 Proměnlivost

Potřebujeme-li programu vdechnout život, musíme nejprve pochopit, jakým způsobem se program může proměňovat.

Proměnlivost se dotýká základní myšlenky programu trvajícího v čase. K tomu, abychom takovou proměnlivost mohli okem pozorovat, program může komunikovat pomocí různých výstupů. Processing, který byl navržen s důrazem na vizuální výstup, bude nejčastěji komunikovat právě vizuálně. Obecně řečeno, proměnlivost je jakákoli změna hodnot v délce běhu programu, lze si ji představit například jako rozdíl mezi dvěma okénky filmu.

U filmových okének je rozdíl sice velmi těžko definovatelný, ilustruje ovšem dobře celý problém. Film nám sprostředkovává iluzi pohybu sledem několika okének za vteřinu. Stejně se chová i vizuální program. Rozdíl mezi filmem a programem je zhruba ten, že program může mít teoreticky dva a více různých konců, nebo nemusí končit vůbec. Zde by se dalo namítat, že program je také nakonec nositelem kauzálního sledu operací. Vtip je v tom, že stejný program spuštěný dvakrát nemusí produkovat stejný výsledek.

Změny v chodu programu se dá docílit několika způsoby. Základní změna v běhu programu je lidská intervence, která je z pohledu programu (respektive tvůrce programu) jen velmi těžko předpovídatelná. Změna v chování programu bez takového vnějšího zásahu je pak vždy umělá (viz ??, str. ??).

Vraťme se ovšem k proměnlivosti. Proměnlivost je nezbytnou součástí animace. Pohyb je proměna stavu v čase. Měli bychom mít vždy na paměti, že program nerozumí tomu, co zrovna zobrazuje, program rozumí pouze hodnotám. Rozpohybovat lze tyto hodnoty, a tím posléze například jevy, které se v programu zobrazují a člověku dávají nějaký smysl.

Pro příklad si můžeme ukázat, jak proměna jedné hodnoty ovlivňuje obraz. K tomu, abychom mohli hodnotu proměňovat, ji musíme nejdříve pojmenovat.

```
int y = 0;
```

Tímto jsme pojmenovali svoji proměnnou. Jednou z možných variant zápisu je okamžité přiřazení hodnoty, tedy y je nyní nula. Pro animaci hodnoty použijeme přírůstek, tedy při kresbě jednotlivého okénka přičteme k hodnotě 1. Abychom viděli nějaký výsledek, můžeme opět kreslit objekt, který bude využívat proměňující se hodnotu v čase.

```
void setup(){
    size(640,480);
}

void draw(){
    background(255);

    // prirustek o jedna
    // lze zapsat i zkracene y++;
    y += 1;

    // kresba
    line( 0 , y , width , y );
}
```

Po spuštění tohoto programu uvidíte animaci trvající 480 okének. Animace bude pokračovat i nadále, hodnota y se bude stále proměňovat. Kresba bude teoreticky probíhat mimo plátno. K tomu, abychom kresbu udrželi v mezích plátna, můžeme použít jednoduchou podmínu, která bude vracet hodnotu y zpět na nulu.

```
if(y > height){
    y = 0;
}
```

Celá tato procedura jen ilustruje logiku programu. Hodnota y je zde přímo zobrazena, ale stejně tak se dá použít kdekoli jinde, tedy nenezbytně na kresbu. Pro lepší představu jiného použití uvedu následující příklad.

Pod hodnotou si lze například představit pevně stanovenou hodnotu, dejme tomu výšku domu. Zadání výšky nepostaví dům, ale stanoví hodnotu, se kterou můžeme dál počítat. Známe-li výšku plánované budovy, můžeme například přidávat patra, dokud se této výšky nedosáhne. Tento postup již lze považovat za logickou konstrukci a jedním ze základních postupů jak takové logiky v programu docílit, je podmínka (viz *Podmínka*, str. 72).

Vyzkoušejte přidat podmínu na konec programu nebo ji vynechat, ujistěte se, že rozumíte tomu co v animaci způsobuje, zaměňte číslo v podmínce za jiné z nižší hodnotou pozorujte výsledek.

8.4.2 Animace

Statická kresba na plátno je jen jeden z možných výstupů. Animace v Processingu znamená překreslovat plátno pokaždé jinými obrazy. Processing je jazyk využívaný zjemena v pohyblivém obrazu. Nyní si ukážeme základní postup při tvorbě pohyblivého obrazu.

Jak jsme si již uvedli dříve (viz *Základní struktura programu*, str. 59) funkce `draw()` je pouze prostředek pro změnu, nepřináší změnu sama o sobě. Funkce `draw()` zajišťuje sousledné vyvolání příkazů v neustálém trvání⁴. V Processingu si v podstatě uvědomíme, že psaním příkazů do smyčky píšeme pravidla jakoby pro jedno okénko ve filmu. Pohyb je vždy zajištěn proměnou našich datotypů (viz *Základní datotypy*, str. 50), které v tomto okénku figurují.

Tedy například napišeme-li takto, samotnou smyčku:

```
void draw(){
    // 60x za vteřinu spuštěna operace
}
```

Vše uzavřeno do složených závorek bude spuštěno šedesátkrát za vteřinu. Bude-li obsah základní funkce `draw()` nemenný, tj. budeme-li vyvolávat šedesátkrát za vteřinu to samé, animace bude ovšem v případě vizuálního výstupu jen abstraktním pojmem.

V tomto příkladě již dochází ke spuštění smyčky. Výsledkem bude pouze šedivá plocha v rozměrech sto krát sto pixelů, jelikož na plátno nebylo zatím nic vykresleno. Následujícími příkazy `background()` a `rect()` na-

⁴po dobu běhu programu

Animace je proměna obrazu v čase, jednotlivá okénka se v čase musí lišit. Přemýšlejte, jakým způsobem k proměně může dojít.

kreslíme nejprve plné pozadí a následovně obdélník. Zápis bude vypadat takto:

```
void draw(){
    background(255);
    rect(10 , 10 , 30 , 30);
}
```

Takový zápis již provádí animaci a kreslí na plátno. Animace ovšem v tomto případě nebude patrná, jelikož zatím se v obraze nic neproměňuje. Veškeré hodnoty jsou statické, tudíž se vykresluje jeden čtverec na bílém pozadí na stále stejném místě.

K rozhýbání objektů jednoduše potřebujeme proměnit jeden z parameterů v čase. Abychom docílili animace, zkusme například vložit namísto parametru pro kresbu čtverce v ose X počítadlo okének. Processing má již nastavenou proměnnou s údajem o počtu uběhlých okének pod názvem *frameCount*.

Proměnnou *frameCount* lze využít následovně:

```
void setup(){
    size(640,480);
}

void draw(){
    background(255);
    rect( frameCount % width , 10 , 30 , 30 );
}
```

Výsledkem tohoto zápisu bude již první animace. Čtverec se bude pohybovat rychlosí šedesáti pixelů za vteřinu zleva do prava. Tato hodnota v podstatě udává počet vykreslených cyklů funkce *draw()*, ta je v tomto případě pouze využita k pohybu vykreslovaného čtverce.

Počet okének vykreslovaných za vteřinu můžeme ovlivnit pomocí funkce *frameRate()* vložené do funkce *setup()*.

Tento pohyb je velmi názorný, ukazuje, že hodnotu počtu vykreslených okének lze použít například i jako hodnotu pro animaci. Stejně tak si můžeme založit i vlastní proměnnou, která bude mít identickou funkci.⁵

⁵V tomto konkrétním příkladě to sice nedává smysl, dá se použít stejně tak standardní proměnná *frameCount*, příklad je zde jen pro ilustraci možností využití proměnných.

```
// nase promenna nazvana priznacne: pocitadlo
int pocitadlo = 0;

void setup(){
    size(640,480);
    frameRate(30);
}

void draw(){
    background(0);
    rect( pocitadlo, 10 , 30 , 30 );

    // zde jiz pricitame hodnotu, lze napsat i zkracenym
    // zapisem:
    // pocitadlo++;

    pocitadlo += 1;

    // zde muzeme pouzit modulo na omezeni pocitadla na sirku
    // platna

    pocitadlo = pocitadlo % width;
}
```

Definicí této hodnoty lze například časovat animace. Další metodou je animaci časovat pomocí funkce *millis()*. Tato funkce je nezávislá na počtu vykreslených okének za vteřinu, měří počet uběhnutých milisekund od startu programu. Může se nám také hodit pro precizní časování událostí v programu.

8.4.3 Dynamika pohybu

K docílení jednoduché interakce není zapotřebí mnoho. Animace je ovšem složitější problém, který budeme řešit v Processingu nejvíce matematicky. Zdá se, že dosažení dynamického pohybu je jeden z průvodních jevů pokročilého programování.

Nyní si můžeme ukázat jak lze zkombinovat dosavadní znalosti k vytvoření nelineárního pohybu.

```

float x;
float y;
float rychlost;

void setup(){
    size(640,480);
    x = width / 2;
    y = height / 2;
    rychlost = 0.1;
}

void draw(){
    background(255);
    x += (mouseX - x) * rychlost;
    y += (mouseY - y) * rychlost;
    rect(x,y,30,30);
}

```

opíšte formulu a zkuste změnit rychlosť, pozorujte změny, změňte hodnoty tak, aby se objekt pohyboval po křivce

Čtverec bude nyní následovat kurzor nelineárním pohybem. Dynamika pohybu je dána prostou formulí:

```

x += (mouseX - x) * rychlost;
y += (mouseY - y) * rychlost;

```

K proměnným x a y přiřazujeme zlomek rozdílu mezi pozicí kurzoru a proměnou v obou osách. Tuto formuli lze využít téměř kdekoli, například při jemném přechodu barev a vyhlazování hodnot obecně.

Druhá proměnná *rychlosť* by se k docílení podobného efektu měla pohybovat v rozmezí od 0 do 1.

8.5 Podmínka

Uvedením do stavů programu se můžeme dostat k prvnímu opravdovému strukturování programu. Zkusme nyní nastínit, jak taková struktura vypadá. Patrně nejpřímější řízení dějů v programu je podmínka. Podmínka říká: jestliže je něco pravda, spusť následné příkazy. Podmínka funguje v podstatě jako výhybka, která odklání program do jeho různých cest. Uvedu zde krátký příklad vytváření podobné struktury v programu:

```
boolean prepinac = false;
```

```
int hodnota;  
  
if(prepinac == true){  
    hodnota = 1;  
}else{  
    hodnota = 0;  
}  
  
println(hodnota);
```

Velmi prostá struktura je v tomto příkladě vytvořená jednou podmínkou. Podmínka je v Processingu (a řadě jiných jazyků) značena slovem *if*, „jestli“. „Jestli“ potřebuje dostat odpověď v kulatých závorkách, ta může být jen pravda nebo nepravda, k tomu se hodí nejlépe již zmíněný *boolean* nebo například porovnávání dvou čísel, znaků nebo řetězců znaků, tj. operace, které nám vrátí *true* nebo *false*.

Definujeme-li tedy náš *boolean* na začátku jako nepravdu, podmínka se v tomto případě nenaplní a program spustí kód uvozený složenými závorkami následujícími až slovo *else*.

V našem příkladě se jedná o druhou větev podmínky; ta sice není povinná, ale pro ukázku jsem ji zde rovnou zmínil. Tedy za ukončením *if* a složených závorek můžeme dále slovem *else*, tzn. „jestliže ne“, říci, co se stane v případě nenaplnění naší podmínky.

V tomto konkrétním případě se k proměnné *hodnota* přiřadí číslo 0.

To program následně ověřuje tiskem do konzole, kde se objeví 0.

8.5.1 if

Jak jsme si již uvedli, podmínka je jedním ze základních stavebních kamenů programu. Podmínku lze použít ve všech případech, kdy předpokládáme jednoznačnou odpověď *ano* nebo *ne*. Podmínka v Processingu, stejně tak jako ve většině ostatních jazyků, vytvořena příkazem *if*.

Konstrukce podmínky vypadá pak následovně:

```
boolean pravda = true;  
  
if(pravda == true){
```

Vyzkoušejte i jiné logické operace, ujistěte se, že správně rozumíte, jak fungují, použijte vykřičník jako zápor, změňte logické operace.

```
// spust nasledujici blok
}
```

Za povšimnutí zde stojí dvojité rovnítko. Tento speciální symbol se používá při porovnávání dvou stran. Proměnná nazvaná *pravda* získala hodnotu *true*. V případě podmínky nezáleží na počtu proměnných v kulatých závorkách, otázka může být i více kombinovaná. Záleží na výsledku, který vždy musí být pravda nebo nepravda, tedy *true* nebo *false*. Pro zkonstruování takové věty lze použít následující znaménka:

```
boolean pravda = true;
int cislo = 3;
String text = "Lorem ipsum dolor et amet";

if(cislo == 3){
    // tato podminka je spustena
}

if(cislo != 3){
    // tato podminka není spustena, znamená, že je opakem rovnitka
}

if(cislo > 3){
    // tato podminka není spustena, cislo není větší než 3
}

if(cislo < 3){
    // tato podminka není spustena, cislo není menší než 3
}

if(cislo >= 3){
    // tato podminka je spustena, znamená, že cislo je větší nebo rovno 3
}

if(cislo <= 3){
    // tato podminka je spustena, znamená, že cislo je menší nebo rovno 3
}
```

```
if(text.equals("Lorem ipsum dolor et amet")){
    // tato podminka je spustena, porovnavani textu je take
    // mozne, ovsem pozor
    // k porovnavani celych retezcu, textu se pouziva funkce
    // equals("String")
}
```

Takovým výčtem operací jsme si pokryli základní konstrukci podmínky. Další znaménka slouží ke skládání jednotlivých otázek. Znaménko pro logické „A“ je:

```
boolean a = true;
boolean b = false;

if(a == true && b == false){
    // tento blok bude spusten, a je pravda A b je pravda
}

if(a == true && b == true){
    // tento blok nebude spuszen, b totiz není pravda, b ==
    // false
}
```

(„appersand“ se na české klávesnici nevyskytuje, na anglické klávesnici jej naleznete většinou pod *SHIFT - 7*), pro logické „NEBO“ se používá dvojitá svislá čára tzv. pipe:

```
boolean a = true;
boolean b = false;

if(a == true || b == false){

    // tento blok bude spuszen, k tomu staci pouze, ze a je
    // pravda NEBO b je pravda

}

if(a == true || b == true){

    // tento blok bude tedy opet spuszen
}
```

Zkuste si v duchu představit otázky, na které lze odpovědět ano nebo ne, zkuste je poté přepsat do tvaru podmínky, zkuste k tomu využít další proměnné, porovnávejte je a pokuste se přemýšlet, k čemu se dají takto využít.

```
if(a == false || b == true){  
    // tento blok jiz spuscen nebude, a ani b není pravda  
}
```

Za pomoci skládání otázek můžeme zkonstruovat celé věty a složitější otázky. V kombinaci s kulatými závorkami si vystačíme pouze s logickým AND a OR. Zkusme si ilustrovat situaci následovně:

```
boolean a = true;  
boolean b = true;  
boolean c = false;  
  
if( (a && b) || c ){  
    // tento blok bude šesputn  
}  
  
if( !(a && b) || c ){  
    // tento blok nebude šesputn  
}
```

Jaký je rozdíl mezi prvním a druhým blokem? Poslední specialita booleanovských operací je znaménko vykřičník. Takové znaménko před proměnou typu `boolean` znamená opak tvrzení, tedy, že-li *pravda* pravdou, *!pravda* je nepravdou tedy výsledkem je false.

```
boolean pravda = true;  
  
println( pravda ); // tiskne true  
println( !pravda ); // tiskne false
```

Dále si všiměte, že v podmínce chybí jakékoli porovnávací znaménko. Ve skutečném programování se setkáte spíše s tímto zápisem, je to zápis zkrácený. Namísto neustálého rozepisování *něco rovná se rovná se true* lze napsat pouze v kulatých závorkách. Je-li naše *něco* datového typu `boolean` Processing bude takovému zápisu rozumět. Tedy nejjednodušší zápis může vypadat i takto:

```
boolean a = true;  
  
if(a)  
    //pouze tento jediny radek bude spusten  
  
if(a){  
    // cely tento blok  
    // bude spusten  
}
```

K úplnému zkrácení se dají i vypustit i složené závorky, to vede opět k rychlejšímu zápisu. Rozdílem takového zápisu je fakt, že taková podmínka spouští pouze jeden následující řádek. Přestože je to naprosto správný způsob programování, někteří programátoři takový zápis neradi používají z důvodu zhoršení přehlednosti v kódu. Opět se s takovým zápisem často setkáte, člověk je jednoduše líný živočišný druh a *if* se v programování používá opravdu často.

8.5.2 else

K dalšímu rozšíření podmínek slouží příkaz *else* a dá se přeložit takto. Jestliže je něco pravda, udělej toto, jestliže ne, udělej něco jiného. Zápis vypadá takto:

```
boolean a = false;  
  
if(a){  
    // kdyby a bylo true, tak by se spustil tento blok kodu  
}  
else{  
    // ale protože je nase a false, spusti se nyni kod  
    // v tomto bloku  
}
```

vyzkoušejte
si zkrácené
zápisy, ově-
řujte jejich
funkčnost
tiskem do
konsole
nebo napří-
klad promě-
nou barev
objektů

8.5.3 ? :

Abychom podmínky vyčerpali nadobro, ukážeme si poslední možný zápis, který je ještě úspornější.

```
boolean a = true;  
if(a)  
    background(0);  
  
background( a ? 0 : 255 );
```

8.6 Interakce

Interakce se dá obecně definovat jako vzájemné působení. V počítačové terminologii se má nejčastěji na mysli vzájemné působení člověka a stroje. Přímá interakce z podstaty vzájemného působení vyžaduje rozdíl času animaci⁶. To umožňuje uživateli přímý vstup do proměnných, tedy do obsahu našich hodnot.

Je dobré si uvědomit, že **interakce** je do jisté míry při práci s počítačem pozorovatelná neustále. Pouhý pohyb myši lze považovat za interakci člověka se strojem. Pohyb uživatele přímo proměňuje hodnoty vykreslující pozici kurzoru, stiskem klávesy v textovém editoru například píšeme text atd.

Při interakci je nutné do určité míry předvídat chování uživatele. Interakce primárně vychází z fyzické zkušenosti s předměty kolem nás. Interakcí je myšleno vše, co může uživatel přímo ovlivnit.

Interakce se dá rozdělit do dvou základních oblastí na interakci přímou a nepřímou, nebo chcete-li na interakci vědomou a nevědomou. Mezi těmito kategoriemi neexistuje jednoznačná hranice.

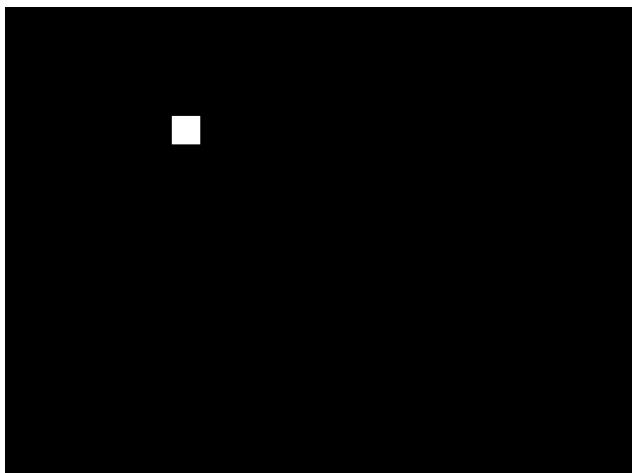
Obecně je toto rozlišení spíše stupnicí od jednoduchých, přímo a okamžitě viditelných jevů po uživatelském vstupu, ke komplikovanějším procedurám spouštěným jen s částečným vědomím uživatele.

⁶Tedy program trvající v čase.

Základní, tedy přímou interakci si můžeme ukázat na následujícím příkladě:

```
void setup(){
    size(640,480);
}

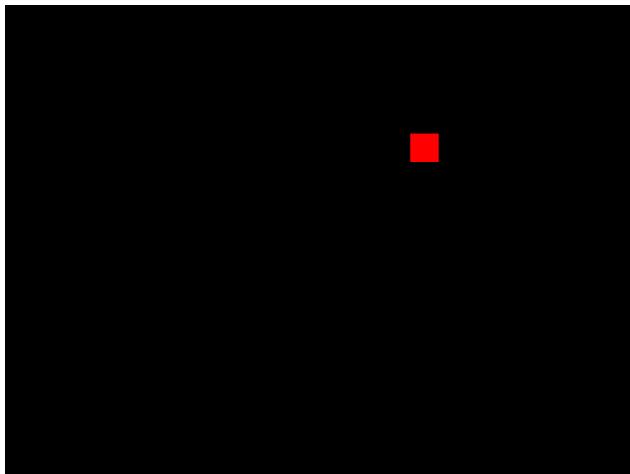
void draw(){
    background(0);
    // vsimněte si parametru mouseX a mouseY
    rect(mouseX,mouseY,30,30);
}
```



Toto je jedna z nejzákladnějších možných interakcí. Vstupem pro pozici kresleného obdélníku se nám stávají dva parametry *mouseX* a *mouseY*.

Čtení pozice myši je jedním nejsnazších možných způsobů interakce stroje z člověkem. Nyní si ukážeme, jak lze detekovat stisknutí tlačítka myši. Pro tento účel můžeme využít předdefinovaných metod Processingu. K detekci kliku lze použít funkci *mousePressed()*.

```
boolean stisknuto = false;  
  
void setup(){  
    size(640,480);  
}  
  
void draw(){  
    background(0);  
  
    if(stisknuto){  
        fill(255);  
    }else{  
        fill(255,0,0);  
    }  
  
    rect(mouseX,mouseY,30,30);  
}  
  
void mousePressed(){  
    stisknuto = !stisknuto;  
}
```



Všimněte si poslední funkce (Více o funkcích obecně v (viz *Funkce*, str. 88)). Ta je programem spuštěna jen tehdy, stiskne-li uživatel tlačítka myši. Abychom uchovali informaci o stisku, přepneme jím stav jedné z našich proměnných nazvané *stisknuto*. Jednořádkový zápis s vykřičníkem je zkrácení pro přepnutí stavu (viz *Podmínka*, str. 72).

K tomu, abychom detekovali stisk tlačítka myši, použijeme funkci *mousePressed()*. Další možnosti interakce jsou detektovat, které tlačítko myši jsme stiskli, popřípadě detektovat stisk klávesy. Výčet dalších možností je následující:

```
// detekce stisku tří různých tlačitek myši
void mousePressed(){
    if(mouseButton==LEFT){
        }else if(mouseButton==RIGHT){
        }else if(mouseButton==CENTER){
        }
}
```

```
// detekce tazeni stisknute mysi
void mouseDragged(){
    // muzeme zde opet detekovat tlacitko
}

// timto detekujeme moment
// uvolneni stisku tlacitka
void mouseReleased(){
    // opet zde muzeme detekovat, ktere
    // tlacitko bylo stisknuto
}

// stisk klavesy s detekci typu
void keyPressed(){
    if(key=='a'){
        }else if(keyCode=='ENTER'){
    }
}

// opet detekce uvolneni klavesy
void keyReleased(){
}
```

Tímto výčtem jsme pomalu vyčerpali možnosti interakce se standardními vstupy uživatele v Processingu. Veškeré tyto definice musí stát mimo základní funkce Processingu, tedy mimo `setup()` a `draw()`.

Proměnná `mouseButton` nám říká údaj o naposledy stisknutém tlačítku myši, stejně tak funguje proměnná `key` a `keyCode` ve funkci `keyPressed()` a `keyReleased()`.

Obě proměnné `key` a `keyCode` mohou mít bud' číselnou reprezentaci, kterou lze vyhledat v mapě znaků, nebo v případě se dají porovnávat s pojmenovanými klávesami v processingu.

Jestli je klávesa kódovaná, zjistíme dále pomocí proměnné . Asi takto:

```
void keyPressed(){
    if(CODED){
        if(keyCode=='ENTER'){

    }
}
```

```

        // detekce klávesy ENTER
    }
}else{
    if(key==' '){
        // detekce mezerníku
        // porovnáno s prázdným znakem
    }
}

```

Hrubý výčet pojmenovaných kláves, které můžeme porovnat s proměnnou `keyCode`, je následující:

```

// spiky
UP, DOWN, LEFT, RIGHT

// speciální klávesy
ALT, CONTROL, SHIFT

// další důležité klávesy
BACKSPACE, TAB, ENTER, RETURN, ESC, DELETE

```

Nevíme-li si rady, jak určitou klávesu detektovat, můžeme si jednoduše vytisknout do konzole její číslo pomocí příkazu .

```

void keyPressed(){
    println("cislo klavesy: "+key);
}

```

vyzkoušejte detektovat různé klávesy, zkostrujte jendoduché přepínače které mohou reagovat na podněty

8.7 Pole

Jedna proměnná může uchovat pouze jednu hodnotu. V programování se brzy dostaneme do situace, kdy budeme potřebovat operovat s více hodnotami najednou. Tak například, chceme-li použít deset čísel z Fibonacciho řady, můžete si je definovat postupně.

```

int hodnota0 = 2;
int hodnota1 = 3;
int hodnota2 = 5;
int hodnota3 = 8;

```

```
int hodnota4 = 13;
int hodnota5 = 21;
int hodnota6 = 33;
int hodnota7 = 54;
int hodnota8 = 87;
int hodnota9 = 141;
```

Ke zkrácení zápisu namísto neustálého přepisování téhož je zde takzvané pole. Pole neboli *Array* se v programování vyznačuje hranatými závorkami.

```
int mojePoleHodnot[];
```

Všimněte si zde pouze hranatých závorek na konci názvu proměnné. Druhý možný zápis s naprosto identickým významem je vložit hranaté závorky před název definované proměnné.

```
int [] mojePoleHodnot;
```

Oba způsoby jsou naprosto identické. Pouhá definice pole ovšem pole nevytváří. K tomu, abychom nyní do pole něco mohli začít ukládat, ho musíme nejprve inicializovat na pevný počet hodnot. V tomto případě lze buď hodnoty zadat přímo v definici pole. Pro takovou operaci lze využít zápis pomocí složených závorek:

```
int mojePoleHodnot[] = {0,1,1,2,3,5,8,13,21,33};
```

Tento zápis inicializace je v tomto konkrétním případě zřejmě nejrychlejší. Hodnoty z pole, které je nyní celé uloženo pod jednou proměnnou, můžeme získat následujícím způsobem:

```
int mojePoleHodnot[] = {0,1,1,2,3,5,8,13,21,33};

println(mojePoleHodnot[0]);
println(mojePoleHodnot[1]);
println(mojePoleHodnot[5]);
//atd.
```

Další způsob zápisu je ovšem obvyklejší a jak se dozvíme v příští kapitole, bude pro nás nejvhodnější.

```
int mojePoleHodnot[];
```

```
void setup(){
    mojePoleHodnot = new int[10];

    mojePoleHodnot[0] = 0;
    mojePoleHodnot[1] = 1;
    mojePoleHodnot[9] = 33;
    // atp.
}
```

Všimněte si, že v zápisu se objevilo slovo *new*. Toto slovo jsme zatím nepoužili a jeho význam rozvedeme později (viz ??, str. ??). K tomu, abychom přiřadili hodnotu jednotlivých míst v poli, musíme nejdříve vepsat do hranatých závorek, kam budeme zapisovat. Stejně tak se později k číslu, které jsme uložili, můžeme dostat.

Tímto způsobem jsme si definovali pole o rozměru deseti hodnot. Stále je ovšem patrné, že v kódu se zbytečně opakujeme rozepisováním názvu jedné proměnné.

Hodnot v polích nebude vždy jen deset. K lepší práci s poli potřebujeme rychlejší způsob, jak na to zjistíte v následující kapitole věnované smyčkám.

8.8 Smyčka

Smyčka je mocný nástroj a dobrý pomocník při práci s opakovatelnými operacemi. V minulé kapitole jsme si definovali pole. Definici nyní zopakujeme a zkusíme ji více automatizovat pomocí smyčky.

OPRAVA

```
int mojePoleHodnot[];

void setup(){
    mojePoleHodnot = new int[10];

    for(int i = 0; i < 10; i += 1){
        mojePoleHodnot[i] = 0;
    }
}
```

Pole jsou abstraktní koncepce. Ujistěte se, že dobrě rozumíte, jakým způsobem pracují. Najděte si pro pole vhodnou paralelu, například číslované zásuvky pro představu fungují dobře, pročtěte si kapitolu klidně vícekrát, abyste polí dobře rozuměli.

Vyzkoušejte si rozdílné smyčky s různým rozsahem, opakujte si složitější zápis for dokud ho nebudete umět sami bezchybně zkonstruovat, zkuste smyčku využít s měnící se proměnnou uvnitř, kreslete ze smyčky objekt

A první smyčka je na světě. Zápis, který vypadá na první pohled trochu odpudivě, může být váš dobrý přítel. Trochu si jej rozebereme.

Formule začíná slovem *for*. Následují kulaté závorky. V nich je v podstatě rozsah, který potřebujeme zopakovat. Hodnoty jsou odděleny středníkem.

počátek int i = 0

konec i < 10

přírůstek i += 1

Hodnota, se kterou pracujeme, se jmenuje *i*, ale může se jmenovat dle vaší libosti například:

```
for(int pocitadlo = 0; pocitadlo < 10; pocitadlo += 1){
    mojePoleHodnot[pocitadlo] = 0;
}
```

Dle potřeby lze také definovat rozsah smyčky. Například počítání v opačném pořadí.

```
for(int pocitadlo = 9; pocitadlo >= 0; pocitadlo -= 1){
    mojePoleHodnot[pocitadlo] = 0;
}
```

Název pro jednoduchou smyčku *i* se používá velmi často, může například značit slovo *index*. Smyčky vykonávají v programu tvrdou práci, používají se na hromadné operace, z nichž se často stávají náročné výpočty.

Vratíme se ovšem k definici Fibonacciho řady z předchozí kapitoly (viz *Pole*, str. 83). Pokusíme se nyní skloubit to, co jsme se naučili o smyčkách a polích. Zkusíme si napsat jednoduchý program, který nám vygeneruje tolik čísel z Fibonacciho řady, kolik budeme potřebovat.

```
int delka = 20;
int fibonacci[];

void setup(){
    fibonacci = new int[delka];
    fibonacci[0] = 0;
```

```

fibonacci[1] = 1;

for(int i = 2; i < delka; i += 1){
    fibonacci[i] = fibonacci[i-1] + fibonacci[i-2];
}

println(fibonacci);
}

```

V konzoli se nám objeví:

```

[0] 0
[1] 1
[2] 1
[3] 2
[4] 3
[5] 5
[6] 8
[7] 13
[8] 21
[9] 34
[10] 55
[11] 89
[12] 144
[13] 233
[14] 377
[15] 610
[16] 987
[17] 1597
[18] 2584
[19] 4181

```

Čísel samozřejmě může být nepočítatelně. Smyčky mají tu výhodu, že dokážou opakovat jednu operaci. Můžeme využít jazyka k definici operace a zapojením dalších proměnných ji povýšit na princip. Máme-li takto zpracovaný princip můžeme jej například zobrazit nebo s ním díle pracovat. K dalšímu uspořádání se dostaneme v další kapitole (viz [Funkce](#), str. 88).

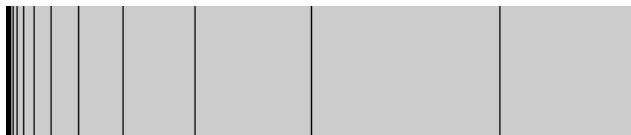
Pro ilustraci Fibonacciho řady můžeme využít druhou smyčku ke kresbě

```

for(int i = 0; i < delka; i += 1){
    line(fibonacci[i], 0, fibonacci[i], height);
}

```

a výsledkem bude:



8.9 Uspořádání, struktura programu

Jednotlivé bloky kódu lze dále strukturovat. Strukturování v kódu se provádí zpravidla tam, kde potřebujeme opakováně spouštět identický blok kódu nebo si potřebujeme zpřehlednit probíhající operace.

8.9.1 Funkce

Nejjednodušším řešením problému je jeho rozdelení na menší části. Problém, jak dojít k jednomu výsledku, se dá rozložit na jednotlivé po sobě jdoucí události, a ty postupně popsat.

Dílčí operace si pro přehlednost můžeme definovat do bloku takzvané funkce. Základní funkcí je takzvaný *void*. Void v podstatě tvoří blok kódu, který je spuštěn jeho pozdějším zavoláním. Jestliže jednotlivé proměnné by ve větě mohly označovat podstatná jména, funkce se dají chápat jako slovesa. S funkcemi jsme se setkali již dříve při definici základních smyček programu.

```
void setup(){  
}  
  
void draw(){  
    nakresliObdelnik();  
}  
  
void nakresliObdelnik(){  
    rect(10,10,20,20);  
}
```

Vedle standardních funkcí Processingu `setup()` a `draw()` jsme si nyní definovali třetí funkci, nazvanou `nakresliObdelnik()`. Tato funkce je pak spuštěna unitě kreslící smyčky `draw()`.

V tomto konkrétním případě samotná funkce nedává mnoho smyslu. Příkaz `rect()` v podstatě není nic jiného, nežli funkce Processingu „nakresli obdélník“. Všimněme si ovšem, že tato funkce `rect()` má v kulatých závorek parametry, které označují, kde má být obdélník vykreslen. Tyto parametry se v programování obecně nazývají *arguments*, nebo také vstupní hodnoty funkce.

Chceme-li vytvořit funkci a potřebujeme-li do ní poslat vstupní parametry, musíme při její definici vepsat do kulatých závorek, jaké parametry bude funkce očekávat.

```
void nakresliObdelnik(int x, int y){  
    rect( x , y , 20 , 20 );  
}
```

Jednotlivé parametry se v kulatých závorách oddělují čárkou a může jich být teoreticky neomezené množství. Parametry vždy musí dodržovat dané datotypy, v opačném případě, Processing funkci nedokáže najít.

Důležité je upozornit, že vstupní hodnoty jsou vytvořeny pokaždé, spustíme-li funkci, a zanikají, je-li funkce ukončena. Takovým proměnným se říká dočasné nebo lokální. V programátorské praxi se můžeme setkat s jejich uvozováním podtržítkem.

```
void nakresliObdelnik( int _x, int _y ){  
    rect( _x , _y , 20 , 20 );  
}
```

Podtržítka nemají žádnou funkci, jsou jen součástí názvu proměnné a programátori je používají pro lepší organizaci.

V processingu lze dále definovat funkce, které se jmenují stejně, ale musí mít jinou skladbu vstupních hodnot. Představme si, že budeme potřebovat dvě funkce `nakresliObdelnik()`, jednu můžeme nechat bez vstupních parametrů a druhou budeme definovat s parametry `x` a `y`. Tak můžeme odlišit dvě různé funkce pouze způsobem spuštění.

```

void nakresliObdelnik( int _x, int _y ){
    rect( _x , _y , 20 , 20 );
}

void nakresliObdelnik(){
    rect( 10 , 10 , 20 , 20 );
}

void draw(){
    nakresliObdelnik();
    nakresliObdelnik( 10 , 20 );
}

```

Tento příklad je správně a vykreslí dva různé obdélníky. Máme nyní na výběr, potřebujeme-li zadat parametry nebo ne, v druhém případě se nakreslí obdélník v předem nadefinované pozici.

Void je pouze jedna z možností definic funkcí. Další možné funkce můžeme definovat podle datotypů, které budeme očekávat coby výsledek funkce. Tedy můžeme si definovat funkci, která nám zjistí, zdali se kurzor nachází v daném obdélníku. Namísto prázdné funkce void budeme očekávat odpověď ve tvaru *boolean* pravda nebo nepravda. Funkce uvozená datotypem bude vždy očekávat odpověď ve stejném tvaru takového datotypu. Pomocí slova můžeme funkci přiřknout výsledek, v tomto případě *true* nebo *false*.

```

Void setup(){
    size(640,480);
}

void draw(){
    if( jeKurzorVObdelniku(10,20,20,20) ){
        nakresliObdelnik(10,20);
    }
}

boolean jeKurzorVObdelniku(int _x, int _y, int _sirka, int
_vyska){

```

```
if(mouseX >= _x && mouseX <= _x +_sirka &&
mouseY >= _y && mouseY <= _y +_vyska){

    return true;

}else{

    return false;

}

void nakresliObdelnik(){

    rect( 10 , 10 , 20 , 20 );

}

void nakresliObdelnik(int _x, int _y){

    rect( _x , _y , 20 , 20 );

}

void nakresliObdelnik(int _x, int _y, int _sirka, int _vyska)
{
    rect( _x , _y , _sirka, _vyska );
}
```

Bude-li se kurzor nacházet v prostoru vymezeném v otázce, nakreslí se obdélník o stejné velikosti. Náš program již začíná být strukturovaný. Tímto způsobem můžeme dále větvit podmínky a rozdělovat kód do jednotlivých spustitelných bloků příkazů.

Funkce stejně jako proměnné doporučují pojmenovávat stručně a výstižně. U funkcí dále platí, že by měly dělat pouze jednu věc a měly by ji provádět dobře. Je lepší problém rozdělit na více funkcí, a tím strukturovat program. Strukturování podobným způsobem je velmi výhodné, budete-li se ke kódu vracet s odstupem času, nebo bude-li jej číst někdo jiný než vy.

Budete-li kód chtít sdílet, je dobré jej učinit co nejvíce čitelným pro ostatní. Zde je velmi dobrá tradice napsat ke každé funkci, jeden rádek nebo odstavec komentáře o tom, co funkce přesně dělá (pokud to není na první pohled zřejmé).

Co se délky funkcí týče, dobré pravidlo zní: Přesáhnete-li počet vnitřích

proměnných tucet, měli byste už přemýšlet o rozdělení do dvou funkcí.

8.9.2 Funkce a jejich datotypy

Funkce `void` je jen jednou možností z celé škály definic funkcí. Prázdná funkce `void` nic nevrací zpět, jednoduše řečeno nemá žádný výsledek. Funkci s výsledkem můžeme definovat pomocí příkazu `zevnitř funkce`.

Příkaz musí navracet hodnotu stejného datotypu, jako je naše funkce. Pro pochopení budu lépe ilustrovat zápis plodné funkce. Řekněme, že potřebujeme funkci, která k ke vstupní proměnné přičte polovinu její hodnoty. Taková funkce by mohla vypadat následovně:

```
float prictipolovinuHodnoty(float _vstup){  
    _vstup += _vstup / 2;  
    return _vstup;  
}
```

Za pozornost zde stojí namísto slova `void` nám již dobře známé slovo `float`. Zapojení takové funkce do chodu našeho programu by v praxi mohlo vypadat následovně:

```
float a = 5;  
  
println(a);  
// vytiskne 5 do konzole  
  
a = prictipolovinuHodnoty(a);  
  
println(a);  
// vytiskne 7.5  
  
a = prictipolovinuHodnoty(a);  
  
println(a);  
// vytiskne 11.25  
  
//atd.
```

Jak můžeme vidět definice funkce zůstala stejná a výsledky se liší podle zaslaných argumentů, vstupních hodnot do funkce. Naše vlastní definice funkcí můžou mít dále jakékoli datatypy, které již známe.

```
String pozdrav(){
    return "ahoj!";
}

int inverze(int _vstup){
    return vstup*(-1);
}

// vice moznosti podminkou

String pozdrav(int _vstup){
    if(_vstup==1){
        return "ahoj tisknu jedna!";
    }else if(_vstup==2){
        return "ahoj tu mate dva!";
    }else{
        return "dobry den, nevím co chcete ...";
    }
}
// atd.
```

V další kapitole se přesuneme de facto již k definici vlastních datotypů, budeme hovořit o třídách a objektech.

8.9.3 Třída a objekt

Funkce jsou jedním ze způsobů, jak strukturovat program. Veškerý kód, který jsme doposud psali, je vlastně takzvanou třídou. Třída vlastní veškeré funkce i proměnné, které v Processingu běžně píšeme. Můžeme to nazvat mateřským objektem. V rámci tohoto objektu můžeme definovat své vlastní objekty, které můžou mít různé vlastnosti.

V úvodu jsme se dozvěděli, že Processing je objektově orientovaný jazyk. Nad tím je na čase se pozastavit. Co to vlastně znamená objekt. Ilustrace koncepce programování je prostá, stačí se rozhlédnout kolem sebe a

zkuste si zvykat na strukturování pomocí funkcí, využívejte je všude kde vznikne ucelená operace, zkuste přemýšlet a definovat obecné a šíkovné funkce, myslte na psaní komenářů u dlouhých funkcí, pomocí funkcí zkuste udržet draw() co nejpřehlednější

zaměřit se na jeden konkrétní objekt (hrnek, propiska, kniha). Tento objekt má některé vlastnosti. Tak například propiska má svoji hmotnost, rozměry ve tří osách, barvu náplně, obsah náplně a barvu jako takovou, pravděpodobně také nějaké logo jako potisk. Dále může být „rozcvaknuta“ nebo „zacvaknuta“, mohli bychom takto pokračovat dále. Všechny tyto vlastnosti si můžeme představit jako naše proměnné. Třída pak bude to, co mají propisky společného, jednotlivými parametry budeme odlišovat jednu propisku od druhé.

To, co s propiskou můžeme dělat, si představme jako funkci. Tak například propisku můžeme „rozcvaknout“ a „zacvknot“. Tužkou můžeme psát atp. Tyto činnosti ovlivňují naše parametry konkrétního objektu.

Třída je tedy souhrn definic, které popisují nějaký typ objektu, propisku, tužku, hrnek. Objekt je pak konkrétní kus propisky, hrnku atp.

V kódu naše propiska vypadá takto:

```
class Propiska{  
  
    // promenne hodnoty propisky  
    float rozmery[];  
    float pozice[];  
    color barvaNaplně;  
    boolean zacvaknuta;  
    String napis;  
  
    // konstruktor místo pro vstupní hodnoty  
    Propiska(float _x, float _y, color _barva){  
        pozice = new float[2];  
        barvaNaplně = _barva;  
  
        pozice[0] = 30;  
        pozice[1] = 40;  
    }  
  
    // funkce propisky  
    void zacvakni(){  
        zacvaknuta = false;  
    }  
  
    void rozcvakni(){  
        zacvaknuta = true;  
    }  
}
```

```
void napisNeco(){

    rozvakni();
    stroke(barvaNaplně);
    line(pozice[0],pozice[1],10,10);
    zacvakni();
    // a tak dale
}
}
```

Tímto jsme si definovali naši propisku. Než si ukážeme, jak ji použít, vysvětlete si některé nejasnosti. Třída se definuje pomocí slova *class*, za ním následuje název třídy, v našem případě *Propiska*.

Uvnitř složených závorek, které vymezují definici, nyní můžeme nastavit potřebné vlastnosti, proměnné. Následuje takzvaný konstruktor. Konstruktor není v definici povinný, ale pro ilustraci jej zde uvádíme. Konstruktor se nám bude hodit později, kdy budeme chtít vytvořit naši propisku připravenou k práci.

Konstruktorův v definici jedné třídy může být i více. Rozlišujeme je počtem, pořadím a typem zasílaných argumentů. Tímto způsobem si můžeme popsat všechny způsoby vytváření objektu. Například podle stupně známých proměnných, které jsme schopni v dané chvíli nově vznikajícímu objektu definovat.

Konstruktor je zkrátka místo, kde můžeme do nově vznikajícího objektu zaslat počáteční informace. Budu-li například nyní potřebovat dvě propisky, jednu červenou a druhou modrou, mohu je vytvořit následujícím způsobem:

```
Propiska modraPropiska;
Propiska cervenaPropiska;

void setup(){
    size(640,480);

    // vytvareni dvou objektu zde
    modraPropiska = new Propiska(30,30,color(0,0,255));
    cervenaPropiska = new Propiska(50,80,color(255,0,0));
```

```

}

void draw(){
    modraPropiska.napisNeco();
    cervenaPropiska.rozcvakni();
}

```

Podobně můžeme nyní vytvářet propisek, kolik budeme chtít. Definice třídy pomocí slova *class* je jako připravená šablona. Vytvoření samotného objektu slovem *new* vytváří jednu instanci.

Příkaz *new* se používá vždy, žádáme li třídu, tj. šablonu o manipulovatelný objekt. Tento příkaz se dá přirovnat k výrobě objektu. Slovem *new* žádáme šablonu o produkt, se kterým budeme moci manipulovat.

V předchozím příkladu se vyskytl ještě jeden důležitý znak, který není na první pohled dobře patrný. Novým znakem je tečka. Tečka je velmi důležitá v objektově orientovaném přemýšlení. Skrze tečku za objektem, propiskou se v Processingu můžeme dostat ke všem definovaným vnitřním proměnným, stejně tak jako můžeme spouštět veškeré funkce objektu.

Pro použití tečky se v programátorském žargonu vyskytuje výraz „tečková syntaxe“. V případě naší třídy ji můžeme ilustrativně využít pro změnu vnitřních hodnot objektu, změňme například barvu naší modré propisky na černou.

```
modraPropiska.barvaNaplně = color(0);
```

Jak je z příkladu patrné, modrá propiska je objekt, který má pojmenovanou hodnotu *barvaNaplně*. K němu se dostaneme pomocí tečkové syntaxe a Processing nám jej dovolí změnit.

Příklad s propiskou je ryze abstraktní a jistě naleznete sami řadu lepších. Zkuste se zamyslet o objektu a vlastnostech, které může objekt mít.

8.9.4 Práce s objekty

Nyní již víme, jak definovat a vytvořit objekt. Tyto schopnosti nám nyní velmi ulehčují práci se složitějšími vztahy mezi objekty.

Zkusme si pro ukázku naplnit nám známé pole jednotlivými objekty. Takové uvažování se může nyní jevit trochu abstraktně, zkusme ho proto nejdříve uvést nějakým příkladem.

Namísto propisek si vytvoříme entitu která bude reagovat na náš podnět. Bude mít následující vlastnosti. Zaprvé každá z *entit* budé mít své vlastní číslo, dále bude mít údaje o své vlastní pozici a každá z entit bude následovat kurzor jinou rychlostí. Při přemýšlení nad interakcí objektů s uživatelem si můžeme vzpomenout na kapitolu o pohybu (viz ??, str. ??) a (viz *Dynamika pohybu*, str. 71).

Můžeme zde pro ukázku definovat více konstruktorů, tedy více možných způsobů vytvoření objektu.

Nejprve se pust'me do obecné definice naší entity:

```
class Entita {  
    int id;  
    // vice promennych na jednom radku  
    float x, y;  
    float rychlost;  
    color c;  
  
    // prvni konstruktor  
    Entita(int _id, int _x, int _y, int _rychlost, color _c) {  
        id = _id;  
        x = _x;  
        y = _y;  
        rychlost = _rychlost;  
        c = _c;  
    }  
  
    // druhý konstruktor  
    Entita(int _id) {  
        id = _id;  
        x = random(width);  
        y = random(height);  
        rychlost = random(0.01, 0.3);  
        c = color(random(255));  
    }  
  
    void kresli() {  
        noStroke();  
        fill(c);  
    }  
}
```

```

    ellipse(x, y, 10, 10);
}

void posunSeKeKurzoru(){
    x += (mouseX - x) * rychlost;
    y += (mouseY - y) * rychlost;
}
}

```

Definice je až na pár výjimek opakováním známého. První novinka je možnost definovat více proměnných stejného typu na jeden řádek. Je to pouze více úsporné.

Dále přichází ony dva konstruktory. Oba se jmenují stejně, mají ovšem rozdílný počet vstupních argumentů, a tím se odlišují. Při vytváření naší nové entity jako živého objektu jej můžeme vytvořit oběma způsoby. V druhém konstruktoru jsem použil příkaz *random()*, ten zatím neznáme, více se o něm můžete dočíst v další kapitole o náhodě. V podstatě nám tento příkaz umožňuje vytvořit náhodné číslo. To se nám nyní bude hodit: chceme, aby každá z entit, kterou vytvoříme měla vlastní způsob chování.

Funkce *kresli()* pouze zobrazí na konkrétních souřadnicích každé entity elipsu. Stejně tak bychom zde mohli kreslit jakoukoli jinou obrazovou reprezentaci naší entity. Tvar tvora ponechám na vaší fantazii.

K funkci *posunSeKeKurzoru()* není třeba příliš dodávat, dělá přesně to, co by jste od ni očekávali. Připomínáme si zde formuli z kapitoly o pohybu. (viz *Dynamika pohybu*, str. 71)

Nyní nám nic nebrání zaplnit rozličnými entitami celé pole:

```

int pocet = 300;
Entita[] naseEntity;

void setup() {
    size(640, 480);

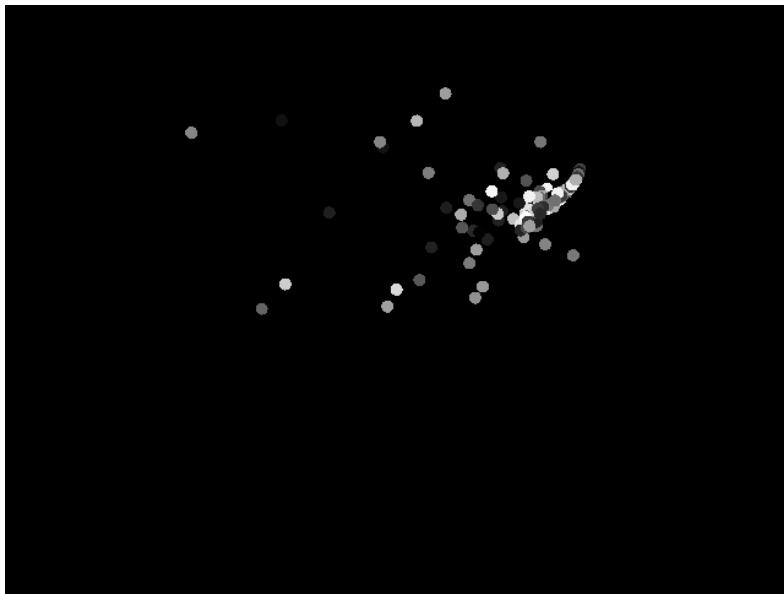
    naseEntity = new Entita[pocet];

    for (int i = 0 ; i < naseEntity.length; i++) {
        naseEntity[i] = new Entita(i);
    }
}

```

```
void draw() {  
    background(0);  
  
    for (int i = 0 ; i < naseEntity.length; i++) {  
        naseEntity[i].posunSeKeKurzoru();  
        naseEntity[i].kresli();  
    }  
}
```

Výsledkem kódu bude celý had tří set entit různých odstínů šedi lačnících po vašem kurzoru.



Rozeberme si jen letmo, k čemu vlastně došlo. Nejprve jsme definovali prázdné pole určené pro naše entity. Posléze jsme mu stanovili velikost a celé pole jsme naplnili novými objekty entit (odborněji instancemi). V poli se tedy nachází na každém místě jedna entita. Každou entitu poté ve funkci `draw()` probouzíme k životu pomocí spuštění příkazu přes tečkovou

syntax k posunu směrem ke kurzoru (funkcí posunSeKeKurzoru()) a následovnému vykreslení elipsy (funkcí kresli()).

8.10 Náhoda

V minulé kapitole jsme hovořili o výrazu `random()`, nyní se pokusíme po-odhalit tajemství náhody v programování.

Proč má smysl v případě strojů vůbec hovořit o náhodě. Náhodu je z pohledu výpočetní techniky třeba vnímat jako vnější vliv. V rámci počítačové logiky náhoda v podstatě neexistuje. Každý jev má svoji příčinu a může mít svůj následek. Počítačové jazyky znají jen pojem takzvané pseudonáhodnosti.

Předložka *pseudo* již nastínuje určitou náhražku. Pseudonáhodnost je ve své podstatě strojová simulace náhody v čistě logickém prostředí. Náhodou pojmenováváme zpravidla jev, který nedokážeme pro jeho složitost předpovědět. Reálný svět vnímaný člověkem obsahuje takzvanou pravou náhodu, tedy to, co skutečně nelze vypozorovat.

Situace přenesení náhody do světa logického uvažování je velmi problematická proto, že člověk velmi těžko stroji popisuje fakt srozumitelnosti. Některá jednoduchá pravidla srozumitelná jsou, jiné z pohledu výpočtu již ne.

Pseudonáhodou člověk definuje takový výpočet, který samozřejmě vychází z logického výpočtu, člověk houž ale nedokáže předpovědět.

Konkrétní příklad, jak lze v Processingu vygenerovat pseudonáhodné pomocí příkazu `random()` je:

```
float nahodna = random(10);  
println(nahoda);
```

Proměnná nazvaná *nahoda* nyní přijímá pseudonáhodnou hodnotu od nuly do deseti, jež následovně vytiskne do konzole. Druhý možný zápis je zadání dvou čísel, tedy rozsahu výsledné pseudonáhodné hodnoty.

```
float nahodna = random(10,20);  
println(nahoda);
```

Jak je zřejmě pochopitelné, náhoda se nyní bude pohybovat v rozmezí čísla od deseti do dvaceti. To, co se vám konkrétně objeví v konzoli, nedokážu předpovědět, jedná se totiž o vaše náhodné číslo.

Tisk do konzole je samozřejmě jeden z možných výstupů. Náhodné číslo můžeme zobrazit graficky. Můžeme například animovat pozici elipsy na ploše:

```
void setup(){  
    size(640,480);  
}  
  
void draw(){  
    background(255);  
    fill(255);  
    ellipse(width/2 + random(-5,5), height/2 + random(-5,5),  
            20, 20);  
}
```

Spustíme-li tento program, uvidíme kmitající elipsu na středu kreslicího plátna. Kmitání probíhá v rozmezí od minus pěti do plus pěti pixelů od středu v obou osách. Pro každé jednotlivé okénko se obměňuje nová pseudonáhodná hodnota, a tím dochází k animaci.

Příkazy *width* a *height* označují šířku a výšku plátna.

8.10.1 Šum

Dalším možným strůjcem náhodně generované hodnoty je takzvaný Perlinův šum (Perlin noise). Perlinův šum je pojmenovaný po svém vynálezci Kenu Perlinovi a je velmi často využíván při generování přirozeně vypadajícího náhodného pohybu. Oproti příkazu *random()* se Perlinův šum *noise()* odvíjí plynule. Pro ilustraci si zde můžeme ukázat rozdíl mezi Perlinovým šumem a holým pseudonáhodným číslem.

```
void setup(){  
    size(640,480);  
}  
  
void draw(){
```

```
background(255);  
fill(255);  
ellipse(width/2 + noise(frameCount/30.0), height/2 +  
noise(frameCount/10.0), 20, 20);  
}
```

Vyzkoušejte použití náhody a šumu ke kresbě různých prvků v obraze, ovládejte rozsah pomocí myši.

Pohyb obrazce bude nyní probíhat plynule v nepředpovídatelných směrech. Příkaz `noise()` předpokládá vstup, který určuje pozici v šumu. Perlínův šum si můžeme představit jako neměnný graf, kterým můžeme procházet tam i zpět, v závislosti na zasláné hodnotě. Jelikož do příkazu `noise()` posíláme proměnnou hodnotu `frameCount`, procházíme variacemi Perlínova šumu, výstupem bude vždy číslo v rozmezí nula až jedna. Budeme-li potřebovat rozmezí jiné, můžeme šum vynásobit požadovaným rozsahem (jak je tomu v předchozím příkladě).

Kapitola 9

Metody zobrazení

9.1 Renderovací módy

Doposud jsme pracovali pouze s jednou metodou zobrazení. Standardně je Processing nastaven do dvourozměrného módu vykreslování, který se nazývá JAVA2D. Tento mód bude nastaven vždy, nezvolíte-li jiný mód. Další možné varianty jsou následující:

JAVA2D Základní renderovací engine, který jsme používali doted'. Tento render podporuje dvoudimenzionální kresbu a vyznačuje se dobrou kvalitou a precizností obrazu. Je obecně pomalejší než akcelerované rendery.

P2D (Processing 2D) - Akcelerovaný 2D render pro dvoudimenzionální kresbu, velmi výkonný pro operaci s jednotlivými pixely, postrádá ovšem přesnost JAVA2D.

P3D (Processing 3D) - Akcelerovaný 3D renderer, používaný zejména pro webové aplikace. Přesnost je opět menší než u standardního renderu, dominuje rychlosť.

OPENGL Rychlý 3D render využívající systém OpenGL pro grafické karty. OpenGL se hodí k vykreslování velkého množství objektů v relativně dobré kvalitě. Kvalita a hlavně rychlosť velmi závisí na hardwaru. Vyžaduje *import* knihovny (*viz ??, str. ??*).

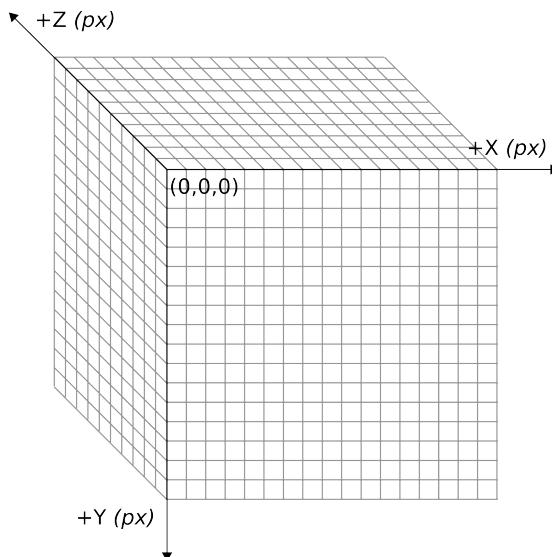
Použití jednotlivých vykreslovacích prostředí lze provést ve funkci *setup()* za pomoci příkazu :

```
void setup(){  
    //nastavení renderu  
    size(640, 480, P3D);  
}  
  
void draw(){  
}
```

9.2 3D zobrazení

V případě renderů, které operují ve třetí dimenzi, v Processingu funguje řada příkazů podobně, jako jsme byli zvyklí ve dvoudimenzionálním zobrazení. Největší změny se budou samozřejmě týkat zobrazení. V případě kresby primitivních obrazců v řadě případů přibude právě třetí rozměr.

Velmi ilustrativně je vidět rozdíl na příkazech *point()* a *line()*, u těchto příkazů jsme byli zvyklí zadávat dva parametry pro každou, tedy X, Y pro bod, popřípadě čtyři parametry X_1, X_2, Y_1, Y_2 pro linku. K tému parametrům v případě trojdimenzionálních zobrazení přibývá ještě jeden parametr pro osu Z .



Osa Z jakoby míří směrem k nám, negativní hodnoty se pak zobrazují ve větší vzdálenosti. Měrnou jednotkou je opět jeden pixel a hodnota nula pro všechny tři osy se nachází v levém horním rohu.

9.2.1 Kamera

Zobrazení je zde pro ilustraci, ve skutečnosti probíhá v perspektivě, tedy se sbíhajícími se úběžníky. V prostoru se lze pohybovat za pomocí nastavení pomyslné kamery funkcí `camera()`.

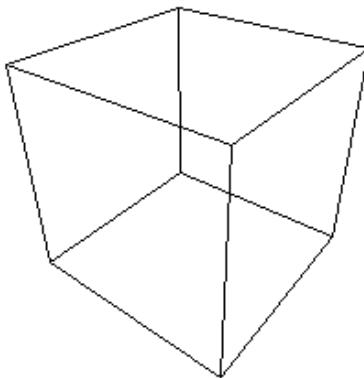
```
void setup() {  
    // nastavení 3D renderu  
    size(300, 300, P3D);  
    stroke(0);  
    noFill();  
  
    // příkaz pro nastavení kamery  
    camera(-170.0, -135.0, 320.0, 50.0, 50.0, 0.0,
```

```
    0.0, 1.0, 0.0);  
}  
  
//kresba  
void draw() {  
    background(255);  
    box(120);  
}
```

Příkaz `camera()` nám nastaví pohled v trojrozměrné scéně. Příkaz přijímá poměrně hodně parametrů, rozeberme si, co všechny tyto parametry znamenají.

První tři parametry značí pozici kamery (*nebo oka, chcete-li*) ve třech rozměrech. Další tři parametry určují pozici bodu v prostoru, na který se kamera soustředí. Zbylé tři parametry udávají pozici nahoru ve tvaru vektoru.

Chceme-li se orientovat v prostoru tak, jak jsme byli zvyklí doposud, poslední tři hodnoty nastavíme jako *0,1,0*.



Kamera byla v předchozím příkladě nastavena ve funkci `setup()`. Stejně tak lze nastavení obnovovat a měnit pro každé okénko. Stejně, jako jsme již animovali pohybující se objekt (viz [Animace](#), str. 69) můžeme animovat i kameru, proměnou jednotlivých parametrů.

9.2.2 3D objekty

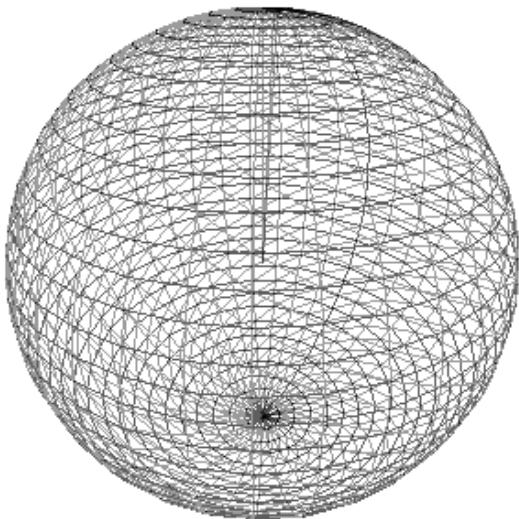
V kontextu 3D zobrazení jsme zatím hovořili o bodu, lince a v předchozím příkladě jsme si zobrazili krychli příkazem `box()`. Stejným příkazem `box()` lze zkonstruovat i kvádr. Ten lze zkonstruovat pomocí tří parametrů pro rozměry ve třech osách X , Y , Z .

Mezi další jednoduché tvary s možností zobrazení ve třech dimenzích patří dále koule – a úsečka ve třech dimenzích `line()`. Její definice vyžaduje jedený parametr, ten určuje poloměr zobrazované koule. Nastavení počtu segmentů lze dále definovat příkazem `.` . Pokud rozlišení nenastavíme, je standardně nastaveno na hodnotu 30, která klade nový segment každých

Zkuste proměňovat hodnoty proměnné `camera()`, pozorujte jak se objekt proměňuje, ujistěte se, že rozumíte všem hodnotám zadávaným do funkce `camera()`.

12 stupňů podle prostého výpočtu $360/X = 12^\circ$. X je hodnota kterou přijímá příkaz .

```
void setup() {  
    // nastaveni 3D renderu  
    size(300, 300, P3D);  
    sphereDetail(35);  
    stroke(0,100);  
    noFill();  
  
    // prikaz pro nastaveni kamery  
    camera(-170.0, -135.0, 130.0, 0.0, 0.0, 0.0,  
    0.0, 1.0, 0.0);  
}  
  
//kresba  
void draw() {  
    background(255);  
    sphere(120);  
}
```



Na veškeré objekty se vztahuje definice výplně a kontury (viz [Výplň a obrys](#), str. 65).

Tím výčet třídimenzionálních objektů pomalu končí. Nic nám nebrání vytvářet kompozice za pomocí bodů krychlí a čar v prostoru. Složitější tvary lze stejně jako u dvoudimenzionálního zobrazení zkonztruovat pomocí vlastní definice tvaru, za použití takzvaných *vertexů*. Sadou příkazů uzavřených do bloku *beginShape()* a *endShape()*.

Zde si musíme uvědomit, že konstrukce objektu po nás bude vyžadovat veliké množství informací. Pro přirovnání si vezměme konstrukci koule, v případě vaší vlastní konstrukce byste museli každý z bodů definovat buď ručně, nebo lépe matematicky.

Metod, jak konstruovat 3D objekt, je poměrně hodně a rozhodně by toto téma vystačilo na celého průvodce, nyní nám postačí vědět, že je možné konstruovat i složitější tvary.

Další možnosti k tvorbě modelů je využít jiných programů (jako například otevřený software Blender) a následně za pomocí rozšíření importovat externí modely přímo do Processingu (viz ??, str. ??). Jedná se vcelku o

běžný postup.

9.3 Transformace

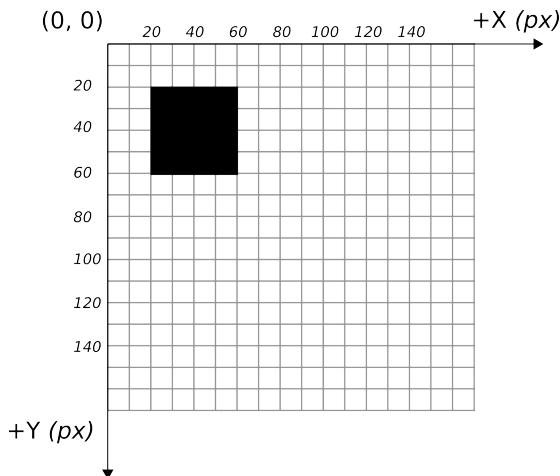
Vratme se nyní zpět ke dvěma rozměrům. Processing disponuje příkazy, které usnadňují práci s prostorem. Souhrnně se takové funkce dají nazvat transformace.

Uvedeme si zde základní koncepci práce s objekty v prostoru a metodou zobrazení. Nové funkce se jmenují `translate()`, `rotate()` a `scale()`.

Představme si situaci, kdy potřebujeme pohybovat s jedním objektem. Jak jsme si ukázali již dříve (viz *Animace*, str. 69) můžeme objektem pohybovat zadáním jeho pozice.

Druhý způsob je v Processingu běžně využívaný a je více dynamický, dovoluje nám totiž s objekty nejen pohybovat, ale měnit jejich rotaci nebo velikost.

Představme si nyní náš objekt čtverec na pozici $X = 20$, $Y = 20$ o šířce a výšce dvaceti pixelů.



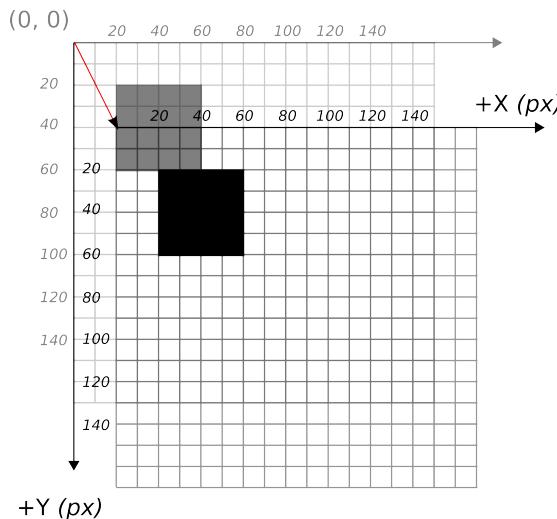
Jestliže budeme chtít přesunout čtverec o dvacet pixelů doprava a čtyřicet dolů, můžeme přičíst ke koordinátům tyto hodnoty:

```
rect(20 + 20, 20 + 40, 40, 40);
```

Nebo můžeme použít transformaci posunu. Ta nám posune jakoby celou čtvrtkou papíru, na který kreslíme. Posun je vyjádřen funkcí `translate()`.

```
translate(20, 40);
rect(20, 20, 40, 40);
```

Čtverec se tak zobrazí na stejném místě, jako bychom docílili ručního posunu. Způsob je ale odlišný, ve skutečnosti jsme posunuli celým kreslícím plátnem.



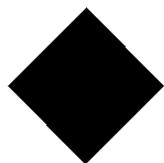
Veškeré tvary, které nyní vykreslíme, budou posunuty o náš posun, tedy nemusíme posouvat všemi jednotlivými tvary zvlášť. Další operací, kterou můžeme provést, je rotace. Rotace vždy probíhá kolem bodu $X=0, Y=0$. Pomocí transformace můžeme přesunout objekt na požadované místo. K dalším operacím se nám budou hodit dva příkazy: `pushMatrix()`, funkce

Proměňte hodnoty ve funkci `translate()`, můžete použít například pozici myši `mouseX` a `mouseY` a pozorovat změny v kresbě.

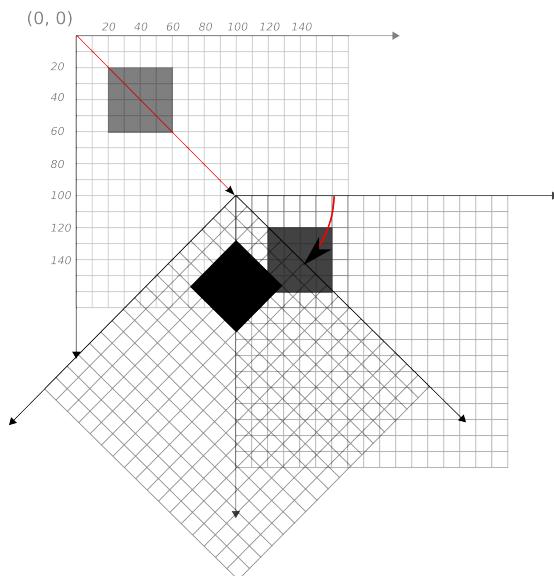
která započíná transformace, a `popMatrix()`, která navrací plátno na původní místo. Při vícenásobných transformacích se nám může běžně stát, že budeme tyto bloky transformací vrstvit jednu do druhé. Exemplární rotaci si můžeme ukázat na podobném příkladě se čtvercem.

```
void setup() {  
    size(500, 500);  
    fill(0);  
    rectMode(CENTER);  
}  
  
void draw() {  
    background(255);  
  
    pushMatrix();  
    translate(150, 150);  
  
    rotate(radians(45));  
    rect(20, 20, 100, 100);  
    popMatrix();  
}
```

Výsledkem bude čtverec otočený o 45° . Příkaz `rotate()` přijímá úhel v radiánech, cheme-li otáčet o 45° , musíme nejprve provést konverzi mezi úhly a radiány. Můžeme to provést snadno pomocí příkazu `radians()`. Opačnou konverzi můžeme provádět za pomoci příkazu `degrees()`.



Naše rotace v diagramu bude vypadat asi takto:



První šipka znázorňuje posun, druhá šipka rotaci plátna. Osvojení si koncepcie transformací je otázka zvyku, výhody toho, co se nyní jeví jako nepraktické si uvědomíte možná později. Velikou výhodou transformací je například to, že si můžete definovat nový střed kresby, ke kterému se můžete vztahovat v relativních vzdálenostech.

Bez transformací se téměř vůbec neobejdete při kreslení ve třech rozměrech. Stejně jako u jiných příkazů, i příkazy pro transformace zůstávají stejné. K funkci `translate()` přibude třetí rozměr a funkce `rotate()` se obohatí o rotace ve třech osách `rotateX()`, `rotateY()`, `rotateZ()`.

9.3.1 Použití transformací

Jako souhrn všeho, co jsme nastínili v úvodu do transformací, se nyní použijeme analyzovat jeden z příkladů ze stránek openprocessing.org vytvořený Keithem Petersem.

```
float[] x = new float[20];
```

```
float[] y = new float[20];
float segLength = 9;

void setup() {
    size(500, 500);
    smooth();
    strokeWeight(5);
    stroke(0, 100);
}

void draw() {
    background(225);
    dragSegment(0, mouseX, mouseY);
    for(int i=0; i<x.length-1; i++) {
        dragSegment(i+1, x[i], y[i]);
    }
}

void dragSegment(int i, float xin, float yin) {
    float dx = xin - x[i];
    float dy = yin - y[i];
    float angle = atan2(dy, dx);
    x[i] = xin - cos(angle) * segLength;
    y[i] = yin - sin(angle) * segLength;
    segment(x[i], y[i], angle);
}

void segment(float x, float y, float a) {
    pushMatrix();
    translate(x, y);
    rotate(a);
    line(0, 0, segLength, 0);
    popMatrix();
}
```

OPRAVA

U úvodu se nám objevují dvě pole, která představují soupis souřadnic. Další proměnná je definice délky jednoho segmentu. Ve funkci `setup()` si můžeme pověsimout nového výrazu .

Funkce zajišťuje vyhlazení renderování, její protějšek je `noSmooth()`. Zajišťuje jemnější obrazový výstup na úkor rychlosti.

Transformace mohou být náročné na prostorovou představost, nezoufejte při prvních nezdarech, po nějaké době a cviku s dvěma rozměry se můžete pokusit o transformace ve třetím rozměru.

Další funkcí, kterou jsme doposud neuvedli, je `stroke()`, ten definuje tloušťku čar a potažmo všech objektů. Šířka čáry je nastavena na 1.0. Funkce funguje stejně jako výraz `stroke()`, nastavuje tloušťku čáry pro všechny objekty níže.

Nakonec tu máme dvě definované funkce. První funkce `dragSegment()` přijímá hodnotu i ze smyčky a provádí trigonometrické matematické operace. Funkce začíná načtením minulé hodnoty souřadnic, kterou porovná s hodnotami současnými a uloží výsledek. Zajímavá funkce je funkce Processingu `atan2()`. Ta zjišťuje úhel v radiánech podle dvou hodnot v pořadí Y a X . Zde jako vstupní hodnoty pro výpočet úhlu zadáváme rozdíl mezi současnými souřadnicemi segmentu pozicí minulého segmentu.

Podle zjištěného úhlu se dále modifikuje současná pozice za pomocí zpětného převedení na souřadnice pomocí `cos()` a `sin()`. Trigonometrii zde příliš rozvádět nebudu. Sinusovou křivku lze zkonstruovat lineárním přírůstkem ve funkci `sin()`. Další goniometrické funkce jsou v Processingu `asin()` a `acos()`, šikovné pro práci s funkcemi jsou předdefinované hodnoty zlomku čísla π , `PI`, `HALFPI`, `QUARTERPI`.

A konečně přicházejí na řadu naše transformace. Ve funkci `segment()` dochází ke kresbě jednotlivých segmentů hada. Funkce přijímá tři argumenty, dva pro pozici x , y a jeden pro úhel a .

Sled transformací pomocí posunu a rotace již známe.

Kapitola 10

Práce s daty

Jak jsme si v úvodu knihy (viz *Sketch*, str. 41) zmínili, adresář pro externí soubory se nazývá DATA. Tento adresář je umístěný přímo v adresáři projektu. Veškeré soubory, které do tohoto adresáře umístíme, budou programu dostupné.

V případě ukládání bude Processing zapisovat relativně do adresáře projektu.

Ukažme si nyní, jakým způsobem můžeme uložit a načíst vnější data do našeho programu.

10.1 Ukládání informací

Kresba do okna programu je jen jeden způsob výstupu programu. V určitém momentu budeme potřebovat zaznamenat obraz nebo jiná data pro další práci nebo archivaci. Processing umí ukládat data do rozmanitých formátů, při práci s obrazem se jedná o základní druhy bitmap a vektorového výstupu ve standardizovaném formátu pdf.

Při ukládání holých dat můžeme například využít prosté textové soubory, které se hodí při dalším zpracování pomocí Processingu. Velmi častý formát takového zápisu je takzavný **CSV**, což je v podstatě textový sou-

bor obsahující data oddělená čárkou. Jeho velikost závisí na objemu dat. V případě strukturovaných dat lze použít k uložení například formát XML.

10.1.1 Ukládání obrazových dat

Doposud jsme pracovali s obrazem, který je dočasný. Po zavření okna Processingu obraz nenávratně zmizí. K tomu, abychom z Processingu dostali obrazový výstup, potřebujeme kresbu uložit do souboru.

Processing umí ukládat různé formáty soubourů. Nejběžněji budeme potřebovat uložit obrazová data jako rastrový obrázek. Formát obrázku si můžeme zvolit.

Processing umí ukládat rastrová data do následujících formátů:

- TIFF – nekomprimovaný obraz s příponou *.tif, *.tiff
- TARGA – ztrátově komprimovaný obraz s příponou *.tga
- JPEG – ztrátově komprimovaný obraz s příponou *.jpg
- PNG – bezztrátově komprimovaný obraz s příponou *.png

S některými formáty jste se již mohli setkat v minulosti. Jedná se o standardní a rozšířené formáty pro uchovávání obrazových dat.

Uložení obrázku ze současného plátna se provádí příkazem `save()`. Příkaz potřebuje znát cestu a koncovku souboru. Nenapišeme-li plnou cestu, Processing data uloží přímo do naší sketche.

Nevíte-li, kterou koncovku souboru zvolit, doporučil bych vám vřele formát PNG. Takzvaný Portable Network Graphics je standart, který vyuniká relativně malou velikostí a bezztrátovou kompresí dat. Vaše data tak budou uložena jedna k jedné a můžete s nimi beze ztráty dále operovat.

Samotné ukládání se provádí následujícím způsobem:

```
void setup(){
    size(640,480);
}

void draw(){
    background(255);
```

```

    line(mouseX,mouseY,pmouseX,pmouseY);
}

void mousePressed(){
    save("obrazek.png");
}

```

Příkaz `save()` provede uložení obrazových dat okamžitě. Kdybychom vložili příkaz do kreslicí smyčky, Processing by se pokusil ukládat obrázek šedesátkrát za vteřinu, což by se mu z důvodů relativní náročnosti operace zřejmě nepodařilo a byli bychom svědky zpomalení rychlosti ve vykreslování.

V příkladě tedy budeme ukládat obrázek jen po kliknutí myši.

Nyní si představme, že z nějakého důvodu potřebujeme zachytit plnou sekvenci po sobě jdoucích obrázků. Problém příkazu `save()` je ten, že v případě pevně zadané cesty bude stále přepisovat obrazovými daty tentýž soubor. Abychom uložili vícero obrázků, potřebujeme proměnovat cestu kam Processing obrázky ukládá. Můžeme k tomu využít počítadlo nebo zvláštní příkaz processingu `saveFrame()`:

```

void setup(){
    size(640,480);
}

void draw(){
    // kresba proběhne zde

    save("obrazek" + nf( frameCount , 5 ) + ".png");
}

```

Využití počítadla je možné, ale trochu zdlouhavé. Všimněte si zde pouze způsobu, jakým číslujeme názvy souborů. Hodnota `frameCount` se mění podle počtu vykreslených okének. Příkaz `nf()` je zde z kosmetických důvodů, přidává pouze daný počet nul před naše počítadlo. Celý tento zápis se se dá ovšem elegantně zkrátit příkazem `saveFrame()`.

```

void setup(){
    size(640,480);
}

```

Vygenerujte si jednoduchou animaci za použití metody `saveFrame()`, zkuste ukládat jen na stisknutí tlačítka.

```
void draw(){
    // kresba proběhne zde
    saveFrame("obrazek#####.png");
}
```

Příkaz `saveFrame()` vyžaduje stejně jako příkaz `save()` cestu k ukládánímu souboru. Příkaz má ovšem navíc tu vlastnost, že vložíme-li do názvu souboru znaky křížku, Processing je rozpozná jako počet nul v počítadle okének.

10.1.2 Ukládání holých dat

Ukládání informací do obrazu je jen pouze jedna z možností. Někdy se nám může hodit uložit informace v jiném formátu. Řekněme, že potřebujeme uložit pozice myši pro pozdější animaci. Jistě bychom mohli uložit tuto informaci do série obrázků, z hlediska programování by to ovšem nebylo prozřetelné.

Konkrétní údaje o pohybu kurzoru známe. Můžeme je tedy zaznamenat například do nám již známého pole souřadnic. Pro tento účel si vytvoříme program, který bude umět zaznamenávat údaje o pohybu kurzoru do textového souboru. Předtím, než se pustíme do práce, je dobré si uvědomit že text neobsahuje číselné informace. Vzpomínáte na kapitolu o základních datatypech? (viz [Základní datotypy](#), str. 50) S textem, tedy ani textovým souborem, nelze manipulovat jako s čísly.

Při ukládání dat do textové podoby tedy musíme mít již na mysli, jak je posléze budeme číst, a proto zvolíme vhodný formát pro ukládání. Vhodným formátem pro uchovávání informací v textové podobě je takzvaný **CSV**, comma separated value. Jak z anglického názvu vyplývá, jedná se o hodnoty, které jsou oddělené čárkou. Pro naše potřeby budou stačit hodnoty dvě, pro osu X a osu Y našeho kurzoru.

Program si můžeme navrhnout následovně:

```
float osaX[];
float osaY[];
int pocetHodnot = 300;
```

```
void setup(){
    size(640,480);
    osaX = new float[pocetHodnot];
    osaY = new float[pocetHodnot];
}

void draw(){
    osaX[frameCount] = mouseX;
    osaY[frameCount] = mouseY;

    if(frameCount >= pocetHodnot-1){
        ulozDoSouboru();
        exit();
    }
}

void ulozDoSouboru(){
    String[] holyText = new String[pocetHodnot];
    for(int i = 0 ; i < pocetHodnot; i++){
        holyText[i] = osaX[i]+", "+osaY[i];
    }

    saveStrings("soubor.csv",holyText);
}
```

Program je hotový. Rozeberme si doposud nevídané věci. Pole by nám měla být již srozumitelná, v tomto případě pouze používáme datotyp *float*. Vytvořili jsme si dvě rozdílná pole pro dvě osy.

Ve funkci *draw()* nyní dochází k samotnému zápisu, a to pomocí již známé proměnné *.* Pokaždé je hodnota zapsána na novou pozici. Následuje podmínka, která dříve novým příkazem *exit()* ukončuje program. Podmínka je spuštěna pouze tehdy, máme-li již dostatečný počet zaznamenaných hodnot.

Podmínka navíc, předtím než ukončí celý program, spustí námi definovanou funkci pro uložení nashromážděných dat.

Tato funkce za pomoci smyčky převede číselné informace do textové

Vyzkoušejte si ukládání různých proměnujících se hodnot, ověřte si po uložení v textovém editoru jak výsledný text vypadá.

podoby. Proměnné `osaX` a `osaY` funkce spojí dohromady pomocí znaménka plus spolu s čárkou a mezerou. Dále již následuje funkce Processingu `saveStrings()`, která zajišťuje zápis pole textu do souboru. Koncovku jsem zde zvolil *.csv, ale je možné použít jakoukolijinou, např. *.txt.

Podívejme se nyní do adresáře projektu (pomocí klávesy *CTRL + k*). Soubor s názvem `soubor.csv` by měl být plný zaznamenaných hodnot.

1	0,0, 0,0
2	0,0, 0,0
3	0,0, 0,0
4	0,0, 0,0
5	0,0, 0,0
6	0,0, 0,0
7	0,0, 0,0
8	39,0, 34,0
9	46,0, 37,0
10	58,0, 39,0
11	54,0, 48,0
12	63,0, 43,0
13	68,0, 44,0
14	74,0, 45,0
15	82,0, 47,0
16	98,0, 58,0

10.1.3 Tisk do pdf, ukládání vektorů

Ukládat obrazové informace lze v rozmanitých formátech. Představme si, že jsme v Processingu navrhli grafiku, kterou bychom rádi tiskli v dobré kvalitě. Standardními postupy, tj. uložit obrazová data jako rastrový obrázek, docílíme kvality výsledného souboru jen v rozměrech zadaných v příkazu `.Sketch` je primárně připravena pro zobrazení na obrazovce a rozměry výsledného obrazu tedy většinou nepřesahuje rozměry naší obrazovky.

Nic nám sice nebrání nastavit velikost sketche na několikanásobně větší plochu, než jakou naše obrazovka fyzicky disponuje, důmyslnějším řešením ovšem je uložit obrazová data jako vektorová ve formátu *PDF*. *PDF* je standardní formát pro práci s grafikou a přetiskovou přípravou a kromě rasterizovaných obrazových dat může obsahovat i data vektorová.

Největší výhodou vektorových dat je obecně škálovatelnost výstupních rozměrů. Jelikož jsou tvary vyjádřeny matematicky, celý obraz lze teoreticky tisknout v jakýchkoli rozměrech ve stejně kvalitě.

Exportovat vektorová data lze v rozdílných formátech, dvourozměrná data budeme nejčastěji exportovat právě ve formátu *PDF* nebo *SVG*. Třírozměrná data lze exportovat nejjednodušejí pomocí formátu *DXF*.

Processing má funkci exportu do *PDF* již v sobě, pro jeho aktivaci ovšem musíme Processingu sdělit, že ji hodláme využít v naší sketchi.

Postup při použití vykreslování do *PDF* je následující:

```
import processing.pdf.*;

void setup() {
    size(400, 400, PDF, "jemnoSouboru.pdf");
}

void draw() {
    //kreslit budeme zde
    line(0, 0, width/2, height);

    //a zde ukončíme program
    println("hotovo");
    exit();
}
```

V úvodu se objevil neznámý příkaz. Takzvaný *import* značí načtení některých zvláštních funkcí rozšiřující funkce Processingu. Takové rozšíření se provádí za pomocí takzvaných knihoven, o kterých se dočtete níže (viz ??, str. ??).

Pro náš tisk je nyní důležité, že za příkazem *import* se nachází právě cesta ke knihovně s PDF manipulacemi. Tuto cestu si nemusíme pamatovat stejněho výsledku docílíme i pomocí rozhraní Processingu.

Sketch > Import Library > PDF Export

V kódu je dále důležitá nová definice funkce *.* Tato funkce je nám již známa definuje rozměry sketche, v našem případě bude ovšem již definovat rozměry výsledného *PDF* souboru. Za definicí rozměrů je dále nutné definovat vykreslovací prostředí *PDF* a jméno souboru do kterého chceme zapisovat. Cesta k souboru je relativní, to znamená že výsledný soubor se zobrazí přímo v adresáři naší sketche.

Předchozí příklad vykreslil první okénko programu přímo do souboru, aniž by cokoli zobrazil a ukončil sám sebe. V dalším příkladě si ukážeme, jak vykreslovat v průběhu programu jinou fázi animace. K podobné manipulaci potřebujeme spustit a ukončit vykreslování do souboru na požadání.

```
import processing.pdf.*;  
  
boolean zaznam;  
  
void setup() {  
    size(400, 400);  
}  
  
void draw() {  
    if (zaznam) {  
        // vsimněte si ze ##### bude nahrazeno číslem okénka  
        beginRecord(PDF, "frame-#####.pdf");  
    }  
  
    // kreslime zde  
    background(255);  
    line(mouseX, mouseY, width/2, height/2);  
  
    if (zaznam) {  
        endRecord();  
        zaznam = false;  
    }  
}  
  
// Use a keypress so thousands of files aren't created  
void mousePressed() {  
    zaznam = true;  
}
```

Jak je na příkladu dobře vidět, zapisování do souboru spouštíme pomocí proměnné *zaznam*. Nahrávání vektoru do souboru započíná příkazem *beginRecord()* a končí příkazem *endRecord()*. Celou proceduru spouštíme pomocí příkazu *mousePressed()*.

Pomocí předchozího způsobu uvidíme animaci vykreslovanou na pláchu, kterou lze v daný moment uložit do jednotlivých souborů pojmenovaných podle čísla okénka, kdy kresba proběhla.

Podobným způsobem, jakým lze zapsat vektorový obraz, je metoda postupné kresby na jedno plátno, tedy do jednoho souboru.

```
import processing.pdf.*;  
  
void setup() {
```

```

size(400, 400);
beginRecord(PDF, "platno.pdf");
}

void draw() {
    // nebudeme vykreslovať pozadi, abychom neprepsali nasi
    // predchozi kresbu

    // kresba pomocí mysi
    line(mouseX, mouseY, width/2, height/2);
}

// ukončime kresbu a program
void keyPressed() {
    if (key == 'q') {
        endRecord();
        exit();
    }
}

```

Takovým postupem lze kreslit opakovaně do jednoho souboru. Kresbu a celý program ukončíme pomocí funkce `keyPressed()`, tedy klávesy q.

10.2 Načítání informací

Za vnější informace lze v Processingu považovat vše, co není zdrojovým kódem Processingu. Takové informace můžeme souhrně nazvat data. Processing umí nakládat s širokou škálou dat. Mezi ty nejčastěji používané bude patřit obrazová informace, ať už v podobě rastrového nebo vektorového obrazu. Mezi další vektorové data patří 3D modely nebo například záznamy z databází ve formátu *XML*, *CSV*, naprostě holé textové soubory atp.

10.2.1 Načítání obrázků

Processing ukládá obrázky do vnitřní paměti. Využívá k tomu speciální datotyp nazvaný *PImage*. Pomocí tohoto datotypu si můžeme do našeho

Můžete vytvářet neomezeně složité tvary zkuste jiné barvy výplně a obrysů, otevřete vždy výsledný soubor a ověřujete si výslednou podobu vektorové kresby. Zkuste kresbu načíst a upravit v jiném vektorovém editoru (například otevřený Inkscape).

programu načíst externí obrazová data, se kterými můžeme dále pracovat. Načíst obrázek můžeme pomocí příkazu `loadImage()`. Příkaz bude očekávat jediný parametr, cestu k obrázku.

Zde je na místě připomenout (viz *Sketch*, str. 41), že budeme-li potřebovat externí data, je dobré si je umístit přímo do adresáře naší sketche do složky s názvem *DATA*. Veškeré cesty, které budeme v kódu psát budou k našim souborům relativní, to znamená, že přemístěním externích dat do našeho adresáře můžeme namísto:

```
PImage obrazek = loadImage("/obrazek/kdesi/v/hlubinach/
adresaru/obrazek.jpg");
```

nyní napsat jednoduše:

```
PImage obrazek = loadImage("obrazek.jpg");
```

Načítání obrázků provádíme zpravidla ve funkci `setup()`. Tedy obrázek potřebujeme načíst pouze jednou za celý běh programu, a jelikož se jedná o poměrně náročnou operaci, je dobré ji v průběhu neopakovat příliš často. (*Jako například každé okénko animace, což je velmi obvyklá začátečnická chyba.*)

Správné načítání obrázku do paměti a následné vykreslení bude vypadat takto:

```
PImage obrazek;

void setup(){
    size(512,512);
    obrazek = loadImage("obrazek.jpg");
}

void draw(){
    image(obrazek,0,0);
}
```

Zde stojí za povšimnutí funkce `image()`, touto funkcí můžeme zobrazovat jednotlivé obrázky. Druhé dva parametry udávají pozici levého horního rohu obrázku v obou osách. Pro změnu, například vycentrování obrázku, buď můžeme odečíst polovinu ze šířky obrázku:

```
image(obrazek, -obrazek.width/2, -obrazek.height/2);
```

a nebo použít funkci `imageMode()`. Funkce dokáže proměnit chování příkazu `image()`, možné hodnoty jsou `CORNER`, `CORNERS` a `CENTER`. `CORNER` je standardní chování příkazu `image()`, namísto odčítání poloviny šířky a výšky obrázku můžeme použít právě mód `CENTER`. Poslední mód `CORNERS` se nám může hodit, potřebujeme-li definovat dva rohy námísto šířky a výšky vykreslovaného obrázku.

Dejte si pozor na velikost obrázku, pracuje vždy raději s menšími.

10.2.2 Načítání textových souborů

Textové soubory jsou jednou z nejjednodušších cest, jako ukládat textové informace. To, že potřebujeme textový soubor, poznáme, jakmile budeme chtít pracovat s větším objemem textu, který se bude hromadit u definic proměnných.

Zkusme se tedy vrátit k předchozímu příkladu pro ukládání textových souborů (viz ??, str. ??). Zde jsem názorně ukázal, jak si uložit data generovaná Processingem pro další použití. Zkusme je nyní načíst. Pro připomínku, data vypadají následovně:

Na každém řádku jsou dvě hodnoty, které představují určitý záznam. Víme, že to je záznam pohybujícího se kurzoru, ale data mohou být opravdu cokoli. Co je pro nás důležité, je to, že jsme si uložili data v jednom tvaru, tzv. `CSV`. Vždy se jedná o dvě hodnoty s desetinnou čárkou na jednom řádku, oddělené čárkou a mezerou.

K samotnému načtení textových informací do paměti programu, tak abychom s textem mohli dále pracovat, použijeme stejně jako při ukládání pole řetězcových hodnot. To, co zní odpudivě, je ve skutečnosti docela prosté:

```
String celyText[] = loadStrings("soubor.csv");
```

Příkazem `loadStrings()` načteme veškeré textové informace ze souboru do obsahu naší proměnné. Proměnná musí být pole, pole typu .

Co příkaz `loadStrings()` přesně udělá. Naplní celé pole hodnotami, každý jeden řádek přiřadí jedné příhrádce. Pro prosté ověření si nyní můžeme vytisknout obsah naší proměnné do konzole.

```
println(celyText);
```

```
////////// vysledek:  
//[0] 0.0, 0.0  
//[1] 0.0, 0.0  
//[2] 0.0, 0.0  
//[3] 0.0, 0.0  
//[4] 0.0, 0.0  
//[5] 0.0, 0.0  
//[6] 0.0, 0.0  
//[7] 39.0, 34.0  
//[8] 46.0, 37.0  
//[9] 50.0, 39.0  
//... atd.
```

Tisk do konzole pomocí `je nastaven tak, že jestliže tiskne pole, zobrazí také hodnoty o místech, na kterých jsou informace v poli uložené.`

10.3 Operace s textem

V minulé kapitole jsme úspěšně načetli hodnoty do paměti programu. Budeme-li je nyní potřebovat k něčemu použít, musíme si rozmyslet, v jakém tvaru se nacházejí.

Navážeme-li na příklad z minulé kapitoly, naše proměnná má v sobě stále tytéž hodnoty a je ve tvaru pole `String[]`.

Kdyby se jednalo například o souvislý text – báseň, patrně bychom ji chtěli zachovat v textové podobě. Jelikož jsou to ale čísla – hodnoty, budou nám více platné pod datovým typem, se kterým budeme moci zacházet jako s číslem. Potřebujeme je tedy převést do čísel.

Převod z textových údajů do hodnot jiných typů se nazývá obecně *arsing*. Je to velmi častá procedura ve styku s daty ze třetí strany nebo i s daty, která jsme sami uložili.

10.3.1 Parsing, získávání hodnot z externích dat

K převodu textu do užitelných hodnot můžeme využít následující postup. Budeme potřebovat zkonstruovat smyčku (viz *Smyčka*, str. 85), která projde veškerý obsah načteného textového souboru a řádek po řádku naplní

pole číselných hodnot odpovídajících hodnotám textovým. Celou tuto proceduru si můžeme uzavřít do jedné funkce. Zopakujeme si načtení dat do pole. Program bude vypadat následovně:

```
String celyText[];
float hodnotyX[];
float hodnotyY[];

void setup(){
    nactiTextDoHodnot();
    println(hodnotyX);
}

void nactiTextDoHodnot(String nazevSouboru){
    celyText = loadStrings(nazevSouboru);

    hodnotyX = new float[celyText.length];
    hodnotyY = new float[celyText.length];

    for(int i = 0 ; i < celyText.length ; i++){
        String radek = celyText[i];
        String[] hodnoty = splitTokens(radek, " , ");

        hodnotyX[i] = parseFloat(hodnoty[0]);
        hodnotyY[i] = parseFloat(hodnoty[1]);
    }
}

/////////// vysledek:
//[0] 0.0
//[1] 0.0
//[2] 0.0
//[3] 0.0
//[4] 0.0
//[5] 0.0
//[6] 0.0
//[7] 39.0
//[8] 46.0
//[9] 50.0
```

```
//... atd.
```

Projděme si, co se v programu stalo. Celá procedura zde spočívá ve funkci nazvané *nactiTextDoHodnot()*. Jako argument do této funkce posíláme název souboru, který chceme načíst.

Jako první se spustí funkce, kterou již známe *loadStrings()*, ta naplní naše textové pole textem. Nyní je zapotřebí nastavit velikost číselných polí, pro přehlednost jsem zde vytvořil dvě pro každou osu. Jsou nazvané *hodnotyX* a *hodnotyY*. Jejich budoucí velikost známe, bude stejná jako textové pole. Přes příkaz *length* se můžeme dostat k délce jakéhokoli pole.

Nyní začneme s procházením textového pole, smyčka bude mít opět stejnou délku jako textové pole. Dočasná proměnná *radek* je zde spíše pro ilustraci, přiřazuje se k ní text pokaždé nového řádku.

Speciální textovou funkcí rozdělíme řádek podle rozdělujících znaků. Víme že náš zápis v souboru odděluje jednotlivé hodnoty čárkou a mezerou. Funkce očekává první argument, text který rozdělujeme, a jako druhý výčet znaků, které jej rozdělují, výsledně vrací nové pole rozděleného textu těmito znaky.

Poslední nevídání funkce je , ačkoli se nejedná přímo o funkci Processingu, ale přímo Javy, poslouží nám zde velmi dobře. Funkce očekává text a převádí jej do čísla s desetinnou čárkou. Kdybychom měli čísla celá, mohli bychom použít také funkci , která dělá naprosto totéž s celými čísly.

Po načtení všech hodnot se program vrací do funkce *setup()*, odkud byl spuštěn. Zde si můžeme pro ověření vytisknout hodnoty z číselného pole *hodnotyX*.

Ujistěte se,
že dobré
rozumíte
rozdílu mezi
textovou
informací
a číselnou
hodnotou v
programu.
Zkuste vy-
tvorit jinou
strukturu
dat a poté
ji sami pře-
číst pomocí
funkce *par-
seInt()* nebo
parseFloat().

Kapitola 11

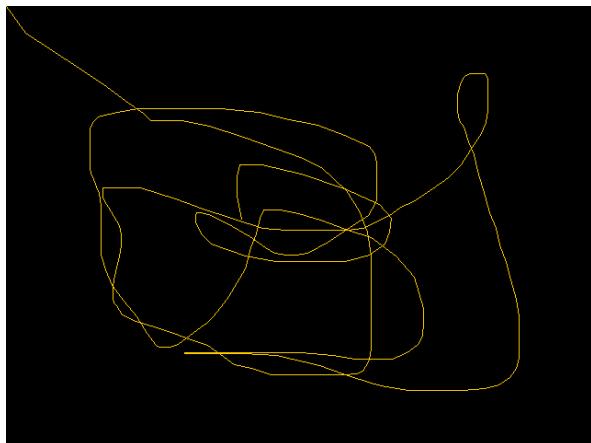
Vizualizace hodnot

Vyjdeme-li z předchozího příkladu, máme již hodnoty zpracované ve dvou číselných polích. Cesta k jejich následné vizualizaci je již prostá. Potřebujeme smyčku, která bude procházet celé pole a nakreslí podle hodnot patřičný tvar.

```
String celyText[];  
float hodnotyX[];  
float hodnotyY[];  
  
void setup(){  
    size(640,480);  
    nactiTextDoHodnot("soubor.csv");  
}  
  
// kresba proběhne zde  
void draw(){  
    background(0);  
    stroke(255, 127, 0);  
  
    for(int i = 1 ; i < hodnotyY.length ; i++){
```

```
    line(hodnotyX[i], hodnotyY[i], hodnotyX[i-1], hodnotyY[i-1]);  
}  
}  
  
void nactiTextDoHodnot(String nazevSouboru){  
    celyText = loadStrings(nazevSouboru);  
    hodnotyX = new float[celyText.length];  
    hodnotyY = new float[celyText.length];  
  
    for(int i = 0 ; i < celyText.length ; i++){  
        String radek = celyText[i];  
        String[] hodnoty = splitTokens(radek, ", ");  
  
        hodnotyX[i] = parseFloat(hodnoty[0]);  
        hodnotyY[i] = parseFloat(hodnoty[1]);  
    }  
}
```

Výsledkem bude záznam pohybu myši, který může vypadat následovně:



Za povšimnutí zde stojí konstrukce linky `line()`, která vždy spojuje koordináty z předchozího místa v našem poli s hodnotami současnými pomocí $[i-1]$.

Zkuste jiné hodnoty než pohyb myši, experimentujte s jinými způsoby zobrazení.

Kapitola 12

Rozšíření Processingu

12.1 Knihovny

12.1.1 Vestavěné knihovny

Ve sketchbooku se dále nacházejí¹ veškerá rozšíření za pomoci takzvaných knihoven neboli libraries. Ty jsou umístěny v adresáři sketchbooku ve složce *libraries*. Knihovny jsou silným rozšířením celého jazyka a pokrývají mnoho možností nakládání s externími daty, zajišťují komunikaci se zařízeními, práci s videem, zvukem, nebo s třírozměrnými daty či vektorovým obrazem.

Knihovny jsou v podstatě moduly, které se zaměřují většinou pouze na jednu problematiku. Některé moduly umí například komunikovat se zapojenou kamerou nebo videem, jiné umí přenášet informace přes síť nebo komunikovat se zařízeními napojenými přes sériový port. Knihovna je sada příkazů, která rozšiřuje samotný jazyk o nové možnosti.

Knihovnami se také dá dobře ilustrovat, k čemu uživatelé Processingu převážně programovací prostředí využívají. To sice nemusí být v žádném případě směrodatné pro vaši práci, může to být ovšem velmi inspirativní.

¹od verze 1.0

Knihovny Vám pomohou získat jistý přehled o kontextu užívání Procesingu.

Knihovny se nejobecněji dělí na dvě základní skupiny. Jednu tvoří interní knihovny Processingu, které přichází již nainstalované se softwarem, a knihovny vnější, vytvořené komunitou uživatelů. Veškeré nainstalované knihovny, které má Processing k dispozici, lze nalézt pod tlačítkem sketch > Import Library.

Výčet komunitních knihoven je již poměrně obsáhlý, pro ilustraci zde budeme hovořit jen o knihovnách vestavěných. Vestavěných knihoven je nepoměrně méně, jejich výčet se proměňuje relativně pomalu a jejich dokumentace je kvalitně zpracovaná:

- Video

Základní rozhraní mezi Apple Quicktime a Processingem. U platforemy Linux, tato knihovna dlouhodobě nefunguje kvůli závislosti na proprietárním softwaru, musíme tedy využít alternativy. Například implementace nativní knihovny GStreamer.

- Network Zajišťuje základní síťovou + internetovou komunikaci.
- Serial Podpora pro komunikaci se sériovými porty, externí zařízení typu (RS-232).
- PDF Export Knihovna pro export do PDF.
- OpenGL Technologie pro podporu Java implementace akcelerované grafiky JOGL.
- Minim Využívá JavaSound API ke snadné obsluze zvukového výstupu.
- DXF Export Knihovna pro exportování vektorových dat ve formátu DXF (Autocad, 3D).
- Arduino Knihovna určená pro komunikaci s Arduinem.
- Netscape.JavaScript Nese metody pro komunikaci s Javascriptem a Processingovým appletem ve své webové podobě.

- Candy SVG Import Knihovna pro načítání vektorové grafiky ve formátu SVG (Inkscape, Adobe Illustrator)
- XML Import Podpora načítání XML tabulek.

Neříkají-li vám tyto zkratky nic, nevadí, jedná se většinou o datové standardy a typy zařízení, se kterými můžete s pomocí knihoven pracovat. Každá z těchto knihoven má svoji dobrou dokumentaci: na stránkách projektu, nebo přímo v tzv. *Examples*, příkladech pro každou knihovnu, lze tímto způsobem zobrazit základní nápovědu.

Projděte si stránky processing.org a přečtěte si výčet knihoven, získáte lepší představu o možnostech rozšíření.

12.1.2 Komunitní knihovny

Instalace nových knihoven se zpravidla provádí umístěním adresáře s knihovnou do adresáře v našem sketchbooku nazvaném *libraries*. Pro kompletní výčet a popis všech komunitních knihoven zde není místo, je jich opravdu mnoho a další stále přibývají. Na současný stav se vždy můžete podívat na stránkách projektu *processing.org*.

12.1.3 Práce s knihovnou

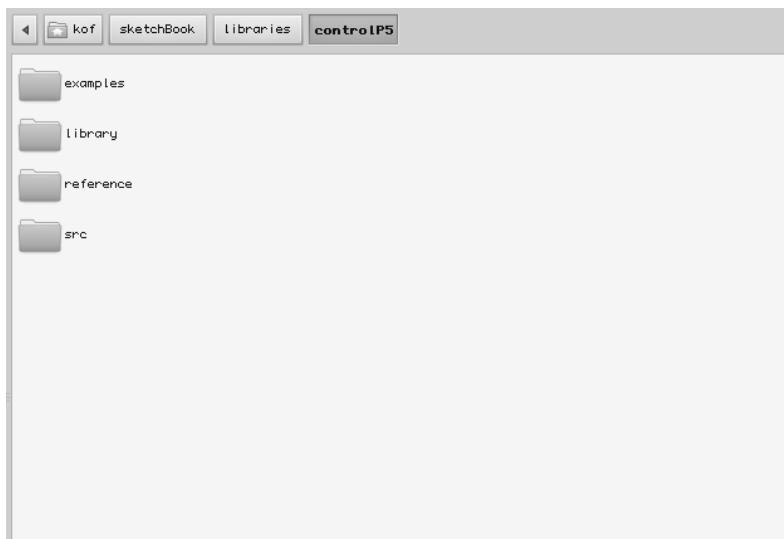
Jako poslední příklad si zde uvedeme práci s jednou externí knihovnou. S jednou z interních jsme již pracovali dříve (viz ??, str. ??).

Dobrým příkladem funkční a použitelné knihovny pro Processing je knihovna *ControlP5* od *Andreasem Schlegel*. Tato knihovna nám dovoluje snadno vytvářet interaktivní prvky jako tlačítka a různé typy táhel (sliderů) a vstupních kolonek.

Knihovnu si nejprve musíme nainstalovat, najdeme ji na adrese <http://www.sojamo.de/libraries/controlP5>, nebo přímo na stránkách *processing.org*.



Soubor rozbalíme do adresáře *libraries* v našem sketchbooku, tj. adresář kam ukládáme naše sketche. Vnitřní struktura knihovny vypadá následovně:



Nejdůležitější složkou je v každé knihovně adresář *library*, zde se také nachází veškeré funkční prvky knihovny. Dále si můžeme všimnout dvou adresářů, *examples* a *reference*, zde můžeme najít příklady použití i obsáhlou dokumentaci.

Máme-li spuštěný Processing, je nutné jej nyní restartovat.

Po spuštění je knihovna připravena k použití, přidat potřebné komponenty do kódu nyní můžeme buď ručně, nebo pohodlněji vybráním z nabídky:

Sketch > Import Library... > controlP5

V kódu se nám zobrazí potřebný příkaz *import* s náležitými komponenty z knihovny. Nyní si můžeme přečíst nápovědu nebo si projít jednotlivé příklady skrze nabídky:

File > Examples > Contributed Libraries > controlP5 > ControlP5controlEvent

Zobrazí se nám následující sketch:

```
/**  
 * ControlP5 ControlEvent  
 * by andreas schlegel, 2009  
 */  
import controlP5.*;  
  
ControlP5 controlP5;  
  
int myColorRect = 200;  
int myColorBackground = 100;  
  
void setup() {  
    size(400,400);  
    frameRate(25);  
    controlP5 = new ControlP5(this);  
    controlP5.addNumberbox("n1",myColorRect,100,160,100,14).  
        setId(1);  
    controlP5.addNumberbox("n2",myColorBackground  
        ,100,200,100,14).setId(2);  
    controlP5.addTextfield("n3",100,240,100,20).setId(3);  
}  
  
void draw() {  
    background(myColorBackground);  
    fill(myColorRect);  
    rect(0,0,width,100);
```

```

}

void controlEvent(ControlEvent theEvent) {
    println("got a control event from controller with id "+
        theEvent.controller().id());
    if(theEvent.controller().id() == 1) {
        myColorRect = (int)(theEvent.controller().value());
    }else if(theEvent.controller().id() == 2){
        myColorBackground = (int)(theEvent.controller().value());
    }else if(theEvent.controller().id() == 3){
        println(theEvent.controller().stringValue());
    }
}

```

Veškeré příkazy by nám měly být vcelku povědomé, samozřejmě až na ty, které ovládají funkce knihovny *controlP5*.

Všimněme si okamžitě objektu *ControlP5*, to je ústřední objekt při komunikaci s knihovnou. Objekt je vlastně třída, kterou jsme již rozebírali dříve (viz ??, str. ??). Vytvořením instance objektu z knihovny příkazem *new* provážeme funkce knihovny s naším programem. Slovo *this* referuje k našemu programu a říká knihovně, s čím bude své funkce propojovat, v podstatě ukazuje na nadřazenou (tzv. super) třídu Processingové aplikace.

Nyní již můžeme pomocí tečkové syntaxe vytvářet objekty z knihovny. V knihovně *ControlP5* je jich opravdu mnoho, zde si ukážeme pouze dva typy. Příkazem *controlP5.addButton* přidáváme objekt s hodnotou v číselném formátu.

Objekt požaduje několik parametrů pro vytvoření: vlastní jméno, jméno proměnné, kterou bude ovládat, na konci definice proměnné také můžeme vidět speciální funkci *setId(1)*, která nám bude identifikovat aktivitu daného prvku.

Tu můžeme detekovat pomocí nové funkce z knihovny nazvané *void controlEvent(ControlEvent theEvent)*. Ta zachytává veškeré dění s prvky a posílá identifikační hodnotu, kterou posléze můžeme přečíst a napsat podle ní podmínu.

O kresbu prvků do smyčky *draw()* se knihovna již postará sama.



12.2 Poznávejte, experimentujte!

Toto je konec úvodu do Processingu. Tento skromný průvodce vám chtěl pootevřít dveře do světa generované grafiky a programování jako takového

a další cesta bude již na vás.

Na závěr bych vám chtěl popřát hodně trpělivosti a odhodlání, obojího budete potřebovat nemálo. Výsledek své snahy ovšem můžete několikanásobně zúročit v další práci.

Hlavně se nebojte experimentovat sami, pocity frustrace nad nefungujícím kódem určitě vyváží uspokojení z vlastnoručně vytvořeného fungujícího programu. Odložte veškeré průvodce a zkoušejte stále nové postupy, i po několika letech zjistíte, že stojíte stále na začátku a můžete se učit novému. Čtěte kódy ostatních lidí a vyměňujte si programy, jejich zdroje – vědomosti dále sdílejte s druhými lidmi.

Učte se vždy novému, nic není krásnějšího než na věci přicházet. A když věcem rozumíte, nevlastněte je, předávejte vědomosti trpělivě dál.

Aktualizovanou podobu tohoto průvodce můžete najít v elektronické verzi repozitáře GIT na serveru GitHub na adrese:

https://github.com/K0F/processing_1

Kryštof Pešek, 5. 12. 2012

Kapitola 13

Rejstřík pojmu

Slovník

acos() Inverzní funkce [cos\(\)](#), arkuskosinus. Funkce převádí hodnoty rozmezí od -1.0 do 1.0 na hodnoty v rozmezí od 0 do π (3.1415927).. [118](#)

asin() Inverzní funkce [cos\(\)](#), arkusinus. Funkce převádí hodnoty rozmezí od -1.0 do 1.0 na hodnoty v rozmezí od $-\pi/2$ do $\pi/2$.. [118](#)

atan2() Vypočítává úhel z jednoho bodu do bodu druhého. K výpočtu můžeme použít zápis $\text{atan2}(Y_2 - Y_1, X_2 - X_1)$ Výsledný úhel je udáván v radiánech, tedy v rozmezí od $-\pi$ do π . $\text{Atan2}()$ je funkce, která se hojně využívá při určení směru od objektu ke kurzoru nebo jinému bodu. Pozor při zadávání parametrů si všimněte obráceného pořadí parametrů, oproti zvyklosti jsou zadavány v pořadí Y, X . [118](#)

background() funkce nastavuje barvu pozadí na plátně. Standartní barva je světle šedá. Zavoláním `background` s definicí barvy v kulatých závorkách bude vyplněna celá plocha jednolitou barvou. [71](#)

beginRecord() Otevírá nový soubor pro zápis do *PDF* nebo *DXF*, kresba je tak zrcadlena na plátno a souběžně do souboru. Po ukončení kresby musíme spustit funkci [endRecord\(\)](#) před ukončením programu.. [126](#), [152](#)

beginShape() Za pomoci funkcí `beginShape()` a `endShape()` můžeme definovat složitější tvary. Funkce `beginShape()` otevírá definici tvaru,

následuje funkce , která určuje jednotlivé body tvaru. Tvar je nakonec uzavřen příkazem *endShape()*. Kresba tvarů může probíhat ve dvou i třech rozměrech, v závislosti na renderu můžeme definovat se dvěmi nebo třemi hodnotami. Doplňujícím argumentem *beginShape()* dále může být způsob jakým budou body spojovány, možnosti jsou POINTS, LINES, TRIANGLES, TRIANGLE_FAN, TRIANGLE_STRIP, QUADS, and QUAD_STRIP.. [111](#), [152](#)

boolean datotyp který může mít jen dva stavы *true* a *false*. [13](#), [75](#), [78](#)

box() Krychle nebo kvádr. Krychli můžeme definovat jedním parametrem který určuje šířku jedné stěny, kvádr pak pomocí definice šířky tří stěn *X*, *Y*, *Z*.. [109](#)

Built with Processing doslova znamená: „Postaveno s Processingem“. Jedná se o zvláštní komunitní frázi, která se objevuje se u projektů využívajících Processing. Fráze vyjadřuje vděk všem participantům a tvůrcům Processingu za tvorbu tohoto nástroje.. [37](#)

camera() Nastavuje pozici kamery skrze pozici oka, střed zobrazení a osy označující směr nahoru. Funkce zavolaná bez jakýchkoli parameterů resetuje kameru na výchozí pozici, která lze vyjádřit takto: camera(width/2.0, height/2.0, (height/2.0) / tan(PI*60.0 / 360.0), width/2.0, height/2.0, 0, 0, 1, 0). [107](#), [108](#)

class Slovo označující deklaraci nové třídy, definici objektu. Třída je soubor funkcí a proměnných a představuje šablonu pro objekt. Jména tříd jsou většinou označovány počátečním velkým písmenem, instance objektů pak písmenem malým. Třída je základní stavební kámen objektově orientovaného programování.. [97](#), [98](#), [156](#)

color() Creates colors for storing in variables of the **color** datatype. The parameters are interpreted as RGB or HSB values depending on the current *colorMode()*. The default mode is RGB values from 0 to 255 and therefore, the function call *color(255, 204, 0)* will return a bright yellow color. More about how colors are stored can be found in the reference for the **color** datatype.. [53](#)

colorMode() mění způsob jakým Processing interpretuje barvu, možné argumenty jsou RGB a HSB, druhý argument určuje rozsah hodnot, výchozí nastavení je 255. Příkaz ovlivňuje nastavení barev pro kresbu, tj. například pro [fill\(\)](#) a [stroke\(\)](#).. [54](#)

cos() Počítá hodnotu kosínu z úhlu. Tato funkce očekává parametr vyjádřující úhel, parametr může být v rozsahu od 0 do $\pi * 2$. Hodnoty se pak pohybují mezi -1 do 1.. [149](#)

CSV Comma Separated Value, jedná se o uznávaný standart v ukládání dat. Mnoho programů pracuje s tímto standartem. Jedná se v podstatě o textový soubor s informacemi oddělenými specifickým znakem, velmi často je tímto specifickým znakem čárka, může to ovšem být i středník nebo v podstatě jakýkoli jiný znak.. [119](#), [122](#), [129](#)

DATA adresář uvnitř [sketche](#), který obsahuje vaše externí soubory (obrázky, textové soubory, atd.). [43](#)

degrees() Převádí radiány na stupně. Radiány a stupně jsou dvě různé možnosti jak měřit úhel. V kruhu je 360 stupňů a $2 * \pi$ radiánů. Například, $90^\circ = \pi/2 = 1.5707964$. Veškeré trigonometrické funkce v processingu vyžadují parametry v radiánech.. [114](#)

draw() draw je kreslící funkcí Processingu, veškerý kód uzavřený v této funkci bude vykreslen jednou za okénko, v závislosti na náročnosti pak standartně šedesátkrát za vteřinu, tuto kreslící funkci je nezbytná pro animovaný výstup nebo interakci s uživatelem. [61](#), [71](#), [72](#), [84](#), [101](#), [123](#), [142](#), [152](#)

ellipse() Kreslí elipsu nebo kruh. elipsa se stejnou šířkou i výškou představuje kruh. První dva parametry udávají pozici, třetí parametr uvádí šířku, čtvrtý výšku elipsy. Nastavení lze provést pomocí funkce [ellipseMode\(\)](#).. [67](#)

ellipseMode() Ovlivňuje způsob jakým je vykreslována elipsa. Možné módy jsou *RADIUS*, *CENTER*, *CORNER*, *CORNERS*. Výchozí módem je

CENTER. První dva parametry nastavují pozici elipsy druhé dva šířku a výšku elipsy. V případě módu *RADIUS* druhé dva parametry určují poloměry. Mód *CORNER* definuje pozici levého horního bodu, následuje šířka a výška, poslední mód *CORNERS* definuje dva body mezi které bude elipsa vepsána.. [151](#)

else Doplňuje podmínu , znamená jestliže není podmínka splněna. Struktura dovoluje spustit dva různé bloky kódu. Defunije co se stane není-li předchozí podmínka splněna. [75](#), [79](#)

endRecord() Zastavuje nahrávání do souboru spuštěné pomocí funkce *beginRecord()* a uzavírá soubor.. [126](#), [149](#)

endShape() Funkce doplňující funkci *beginShape()*, uzavírá kreslení tvaru. Funkce může být doplněna o výraz *CLOSE*, který uzavře tvar a pokusí se vytvořit jeho výplň.. [111](#), [149](#)

exit() Ukončí program. Program bez funkce *draw()* function bude ukončen automaticky poslední řádkou kódu, ale programy obsahující funkci *draw()* dokud není program ukončen nebo není zavolán tento příkaz, *exit()*. [123](#)

false nepravda, neboli 0. [75](#), [76](#), [78](#), [150](#), [152](#)

fill() Nasváuje barvu výplně tvarů. Například spustíme-li *fill(204, 102, 0)*, veškeré další výplně objektů budou mít oranžovou barvu.. [67](#), [68](#), [117](#), [150](#), [157](#)

float Data type for floating-point numbers, a number that has a decimal point. [94](#), [123](#)

flow nebo-li plynutí, tok, je zvláštním stavem myslí popisovaným programátory, jedná se o stav kdy je člověk plně zanořen do práce a jakékoli vyrušení z tohoto stavu si vyžaduje opětovné nastolování, podle zkušených programátorů nastolení takového stavu obvykle trvá 10-15 minut práce s kódem.. [47](#)

for Definuje smyčku, opakující se sekvence. Struktura *for* se zadává pomocí tří parametrů. Inicializace, pozice kde smyčka začíná. Ověření, konečná podmínka která smyčku ukončuje. Nakonec přírůstek, definuje změnu jednoho kroku opakování smyčky. Tyto části jsou oddělené středníkem ; Smyčka pokračuje dokud výsledek prostřední podmínky není *false*.. [87](#)

frameCount proměnná držící údaj o počtu vykreslených okének od startu programu. [72](#), [103](#), [121](#)

frameRate() Nastavuje počet okének které mají být vykresleny za jednu vteřinu. Výchozí nastavení je šedesát okének za vteřinu. Pokud je údaj vyšší než Processing stihne vykreslovat, počet okének za vteřinu se sníží na maximální možnou hodnotu.. [72](#)

GNU / GPL jedna z licencí otevřeného softwaru zaručující otevřenosť kódu, kterou v případě dalšího použití vyžaduje i u programů, které tento kód využívají. [41](#), [154](#)

GNU / Linux Gnu Is not Unix, GNU je projekt založený Richardem Stallmanem, jedná se o operační systém a rodinu programů s otevřeným zdrojovým kódem.. [41](#)

HALFPI Konstanta určující polovinu čísla π , 3,14159265.. [118](#)

if Základní výhybka programu. Program se díky struktuře *if* může rozbočit do různých větví a spouštět bloky kódu. Blok uzavřen do složených závorek bude spuštěn jen tehdy splní-li se podmínka v kulatých závorkách za *if*.. [75](#), [79](#)

image() Zobrazuje obrázek ve tvaru *PIImage*, obrázky by měly být umístěny v adresáři *DATA*. Processing nyní podporuje formáty *PNG*, *GIF*, *JPEG* a *Targa* orázku. Barvu a průhlednost obrázku lze definovat pomocí funkce . Průhlednost funguje s formáty *GIF* nebo *PNG*. Funkce *image()* přijímá první parametr proměnnou obrázku který bude zobrazovat, zbylé dva parametry jsou pozice v ose *X* a *Y*. Ve výchozím

módu nastavení pozice určuje levý horní roh obrázku. Třetí a čtvrtý parametr dále může nastavit šířku a výšku zobrazovaného obrázku. Módy pro alternativní zobrazování lze přepínat pomocí funkce [imageMode\(\)](#).. [128](#), [129](#)

imageMode() Ovlivňuje způsob zobrazování obrázků. Dovoluje použít konstanty *CORNER*, *CORNERS* a *CENTER*. Ve výchozím nastavení *CORNER* bude obrázek umístěn levým horním rohem na definované souřadnice *X* a *Y*. Mód *CORNERS* mění chování druhých dvou parametrů, které namísto relativní šířky a výšky nastavují absolutní hodnoty v osách *X* a *Y*. Poslední mód *CENTER*, umístí obrázek na střed definovaných souřadnic, zbylé dva parametry opět udávají relativní šířku a výšku obrázku.. [129](#), [153](#)

import Klíčové slovo při načítání interních a externích knihoven do sketche Processingu. [105](#), [125](#), [141](#)

indenting je licence kompatibilní s licencí [GNU / GPL](#), jedná se o speciální licenci Univerzity MIT –Massachusetts Institute of Technology. [37](#), [45](#)

interakce (*lat. interactio od inter-agere, jednat mezi sebou*) znamená vzájemné působení, jednání, ovlivňování všude tam, kde se klade důraz na vzájemnost a oboustrannou aktivitu na rozdíl od jednostranného, například kauzálního působení.. [80](#)

key Systémová proměnná udává hodnotu napsledy stisknuté klávesy.. [84](#)

keyCode Proměnná *keyCode* detekuje speciální znaky klávesnice jako například *UP* - šipka nahoru, *DOWN* - šipka DOLU, *LEFT* - šipka doleva, *RIGHT* - šipka doprava, dále klávesy jako *ALT*, *CONTROL*, *SHIFT*, *ENTER*, *BACKSPACE* nebo *DELETE*. Detekci speciálně kovaných kláves můžeme ověřit pomocí podmínky. *if (key == CODED)* a následně porovnat zjistit hodnotu *keyCode*. [84](#), [85](#)

keyPressed() Funkce spuštěna pokaždé je-li stisknuta jakákoli klávesa.. [84](#), [127](#)

keyReleased() Funkce spuštěná tehdy uvolníme-li jakoukoli stisknutou klávesu.. [84](#)

line() Vykresluje čáru, linku. Přímou cestu mezi dvěma body na obrázce. Verze pro dvourozměrné zobrazení přijímá čtyři parametry X_1, Y_1, X_2, Y_2 jako pozice dvou bodů. Pro nastavení barvy vykreslované linky můžeme použít funkci `.color`. Ovlivnit tloušťku linky lze pomocí `.strokeWidth`. Trojrozměrné zobrazení v renderech *P3D* a *OpenGL* přidává dvěma bodům další rozměr, linka je tedy definována šesti rozměry $X_1, Y_1, Z_1, X_2, Y_2, Z_2$.. [67](#), [106](#), [134](#)

loadImage() Načítá obrázek z disku do formátu *PImage*. Processing dokáže načítat čtyři běžné typy obrázků: (*.gif, *.jpg, *.tga, *.png). Abychom obrázky načetli jednoduše měli by být umístěny v adresáři *DATA* v naší sketche.. [127](#)

loadStrings() Přeče obsah textového souboru do textového pole. Textový soubor by měl být umístěn ve složce *DATA* uvnitř naší sketche.. [129](#), [132](#)

millis() funkce udávající počet uplynutých mili-vteřin od startu programu, narozdíl od proměnné `frameCount` udává tato funkce reálný časový údaj od startu programu (tj. nezávisí na počtu kreslených okének za vteřinu). Tato hodnota je hodnotná při přesném časování animace. V případě složitějších kreslících operací se pro časování nbo zvláště ukládání animací do videa je pro časování animace tařka nepoužitelná kvůli zdržení každého okénka.. [73](#)

mouseButton Processing automaticky registruje které tlačítko myši bylo stisknuto. Jestliže levé tato systémová proměnná bude mít hodnotu *LEFT*, v případě pravého tlačítka bude mít hodnotu *RIGHT*, v případě prostředního pak hodnotu *CENTER*.. [84](#), [155](#)

mousePressed() Funkce spuštěna pokaždé je-li stisknuto tlačítko myši. K následné detekci tlačítka můžeme použít proměnnou *mouseButton*. [81](#), [83](#), [126](#)

mouseX proměnná záskávající pozici kurzoru na plátně Processingového programu v ose X. [81](#)

mouseY proměnná záskávající pozici kurzoru na plátně Processingového programu v ose Y. [81](#)

new Vytváří novou pracovní instanci kteréhokoli objektu, definovaného dříve pod třídou *class*. Třídy mohou být naše definice nebo dříve definované soubory funkci a proměnných.. [87](#), [98](#), [142](#)

nf() Nástroj na formátování čísel do textu. Přijímá parametr celého čísla a přiřazuje před něj počet nul ze druhého parametru.. [121](#)

noFill() Vypíná výplň šech následujících objektů. Jestliže je příkaz do hromady *noStroke()* a *noFill()* Processing nebude nic vykreslovat na plátno.. [67](#), [156](#)

noise() Udává hodnotu Perlinova šumu na specifické pozici. Perlinův šum je generátor pseudonáhodných čísel vytvářející plynule přecházející hodnotu šumu. Algoritmus byl vynesen Kenem Perlinem v osmdesátych letech dvacátého století a je velmi často používán právě v grafických aplikacích na tvorbu textur, pohybu, tvarů atd. Rozsah perlinova šumu se pohybuje vždy v rozmezí hodnot 0.0 a 1.0. Funkce *noise()* přijímá jednu, dvě nebo tři hodnoty. Pohybuje se ve až ve trojrozměrném poli. Šum může být snadno animován přírůstkem v parametru, hodnoty budou plynule navazovat jednu na druhou ve všech rozměrech.. [103](#)

noSmooth() Vypíná vyhlazování (tzv. *aliasing*) hran.. [117](#)

noStroke() Vypíná kresbu všech kontur, hran následujících objektů.. [68](#), [156](#)

otevřený software software s veřejně dostupným zdrojovým kódem. [37](#)

PI Konstanta určující číslo π , 3,14159265... [118](#)

PImage Datotyp pro práci s obrázky v Processingu. Processing umí zobrazovat obrázek ve dvourozměrném i trojrozměrném prostoru. Vlastnosti obrázku můžeme získat pomocí tečkové syntaxe, základní vlastnosti má každý obrázek následující: *width* – šířku a *height* – výšku. Pomocí proměnné *pixels[]* se dále můžeme dostat k barevným hodnotám samotných pixelů obrázku, což se může hodit při jakékoli pokročilé manipulaci s obrazovými daty.. [127](#), [153](#), [155](#)

point() Kreslí bod, ve dvourozměrném zobrazení vyžaduje parametry *X*, *Y*. Ve trojrozměrném zobrazení bodu vyžaduje tři parametry pro *X*, *Y* a *Z*. Barvu bodu můžeme kontrolovat pomocí příkazu *stroke()*.. [67](#), [106](#), [142](#)

popMatrix() Načtení uloženého koordinačního systému, uzavření bloku transformací. Vyžaduje předchozí příkaz *pushMatrix()* . [113](#), [157](#)

pushMatrix() Ukládá nastavení koordinačního systému, plátna. Funkce dovoluje členění transformačních operací vyžaduje ukočení příkazem *popMatrix()*. [113](#), [157](#)

quad() Kreslí jakýkoli čtyřúhelník, nejvíce je použitelný pro lichoběžníky vyžaduje parametry $X_1, Y_1, X_2, Y_2, X_3, Y_3, X_4, Y_4$. Barvu čtyřúhelníku můžeme kontrolovat pomocí příkazu *stroke()*. Barvu výplně pak funkcí *fill()*.. [67](#)

QUARTERPI Konstanta určující čtvrtinu číslo π , 3,14159265.. . [118](#)

random() funkce která vrací pseudonáhodné číslo, není-li údán žádný argument číslo se pohybuje mezi 1-0, je-li zadán jeden argument číslo se pohybuje mezi nulou a tímto argumentem, jsou-li zadány dva argumenty číslo se pohybuje mezi nimi. [100–103](#)

rect() funkce pro kreslení obdélníku, přijímá čtyři parametry počátek x, počátek y, šířku a výšku. Centrování obdélníku se dá modifikovat funkcí *rectMode()*. [66](#), [67](#), [71](#)

rotate() Provádí rotaci plátna ve dvourozměrném zobrazení, střed rotace je vždy aktuální souřadnice $X = 0$ a $Y = 0$.. [112](#), [114](#), [116](#)

rotateX() Rotuje celý prostor kolem osy X , vyžaduje hodnotu udanou v radiánech. Hodnota se pohybuje v rozmezí 0 až $2 * \pi$.. [116](#)

rotateY() Rotuje celý prostor kolem osy Y , vyžaduje hodnotu udanou v radiánech. Hodnota se pohybuje v rozmezí 0 až $2 * \pi$.. [116](#)

rotateZ() Rotuje celý prostor kolem osy Z , vyžaduje hodnotu udanou v radiánech. Hodnota se pohybuje v rozmezí 0 až $2 * \pi$.. [116](#)

save() pomocí příkazu save() ukládáme plátno našho programu do obrázku. Příkaz vyžaduje cestu k souboru, tu lze zadat buď úplnou nebo jen název souboru. Příkaz rozlišuje mezi příponami automaticky a obrázek uloží ve formátech TIF, JPG, PNG nebo TGA. [120–122](#), [158](#)

saveFrame() příkaz ukládá sérii obrázků, stejně jako **save()** vyžaduje cestu k souboru, specialitou příkazu je možnost vložit do názvu souboru křížky pro číslování sekvence okének podle proměnné `.` [121](#), [122](#)

saveStrings() pomocí příkazu saveStrings() ukládáme pole ve formátu String, tento příkaz přijme dva argumenty, jako první název souboru a jako druhý název našeho pole s textovou informací. Příkaz uloží textový soubor, každou hodnotu pole na nový řádek.. [123](#)

scale() Mění velikost plátna, výchozí hodnota je 1.0. [112](#)

setup() základní funkce pro nastavení výchozích parametrů programu, tato funkce je spuštěna vždy na začátku běhu programu. [61](#), [72](#), [84](#), [106](#), [109](#), [117](#), [128](#), [132](#)

sketch nebo-li *náčrt*, je koncept v prostředí Processing uchovávání jednotlivých projektů do adresářů, jedna *sketch* je adresář, kam Processing ukládá data uživatele (tj. především kód a externí soubory). [151](#)

slovník právě se zde nacházíte. [13](#)

stroj Stroj je technické zařízení, které přeměňuje jeden druh energie nebo síly v jiný - at' už kvalitativně nebo kvantitativně. Původně byly stroje jen mechanické, ale dnes se tak označují i zařízení pracující na jiných fyzikálních či technických principech - například elektrický transformátor. Strojem je v této knize téměř výhradně myšlen počítač. Počítač je programovatelný typ stroje který přijímá vstup, ukládá a zpracovává data a umožňuje výstup v požadovaném formátu.. [31](#)

syntax highlighting barevné značky slouží k lepší orientaci programátora v kódu.. [45](#)

translate() Provádí pohyb celého plátna na zadané souřadnice, v trojrozměrném módu vykreslování požaduje třetí rozměr pro osu Z . [112](#), [113](#), [116](#)

true pravda, neboli 1. [75](#), [76](#), [78](#), [150](#)

void neboli prázdná funkce, z anglického „prázdnou“ funkce která nevrací zpět žádný výsledek, funkce která spouští sérii zadaných příkazů uzavřených ve složených závorkách za svoji definicí. [61](#), [90](#), [93](#), [94](#)

Index

- (, 118
- [, 88
- 3D zobrazení, 106
- 3d objekty, 109
- ? :, 80
- acos(), 118
- Animace, 71
- asin(), 118
- atan2(), 118
- background(), 71
- Barva, 53
- beginRecord(), 126, 152
- beginShape(), 111, 152
- boolean, 13, 75, 78
- box(), 109
- Built with Processing, 37
- camera(), 107, 108
- class, 97, 98, 156
- CODED, 84
- color(), 53
- colorMode(), 54
- cos, 118
- cos(), 149
- CSV, 119, 122, 129
- DATA, 44
- degrees(), 114
- Dokonalost jazyka, 32
- draw(), 61, 71, 72, 84, 101, 123, 142, 152
- Dynamika pohybu, 73
- Editor, 45
- ellipse(), 67
- ellipseMode(), 151
- else, 75, 79
- Empirický přístup k programování, 38
- endRecord(), 126, 149
- endShape(), 111, 149, 150
- Examples – příklady přímo v Processingu, 26
- exit(), 123
- Experiment, 27
- false, 75, 76, 78, 150, 153
- fill(), 67, 68, 151, 157

- float, 94, 123
- flow, 48
- for, 88
- Forma knihy, 13
- frameCount, 72, 104, 121
- frameCount(), 123, 158
- frameRate(), 72
- Funkce, 90
- Funkce a jejich datotypy, 94
- GNU / GPL, 41, 154
- GNU / Linux, 41
- HALFPI, 118
- Hodnota a její zobrazení, 65
- IDE, 44
- if, 75, 79
- if(), 152
- image(), 128, 129
- imageMode(), 129, 154
- import, 106, 125, 141
- indenting, 45
- Interakce, 80
- interakce, 80
- JAVA2D, 105
- Jednoduchý programovací jazyk, 31
- Kamera, 107
- key, 84
- keyCode, 84, 85
- keyPressed(), 84, 127
- keyReleased(), 84
- Klávesové zkratky, 46
- Knihovny, 137
- Knihy a průvodci, 26
- Kometář, 51
- Komunitní knihovny, 139
- Konkrétní zadání, 23
- Kresba, 66
- line(), 67, 106, 135
- loadImage(), 128
- loadStrings, 130
- loadStrings(), 129, 132
- Local Bilateral Symmetry, 19
- Logika programování, 48
- millis(), 73
- MIT licence, 37
- mouseButton, 84, 155
- mousePressed(), 82, 83, 126
- mouseX, 82
- mouseY, 82
- Načítání informací, 127
- Načítání obrázků, 128
- Načítání textových souborů, 129
- new, 87, 98, 142
- nf(), 121
- noFill(), 68, 156
- noise(), 103, 104
- noSmooth(), 117
- noStroke(), 68, 156
- Náhoda, 102
- obsah, 5
- Operace s textem, 130
- Orientace v prostoru, 62

Otevřenost softwaru, 37
otevřený software, 37

parseFloat(), 132
parsing, 130
Parsing, získávání hodnot z externích dat, 131
PI, 118
PImage, 128, 153, 155
Podmínka, 74
Poděkování, 3
Pohyb, 69
point(), 67, 106
Pole, 85
popMatrix(), 114, 157
Použití transformací, 116
Počátky programovacího jazyka, 29
Pravidla formátování v knize, 13
print(), 55
println(), 85, 130
Proměnlivost, 69
Proč zrovna Processing?, 34
Práce s knihovnou, 139
Práce s objekty, 98
pushMatrix(), 113, 157

quad(), 67
QUARTERPI, 118

random(), 100, 102, 103
rect(), 66, 67, 71
Renderovací módy, 105
return, 94
rotate(), 112, 114, 116

rotateX(), 116
rotateY(), 116
rotateZ(), 116

save(), 120–122, 158
saveFrame(), 121, 122
saveStrings(), 124
scale(), 112
setup(), 61, 72, 84, 106, 109, 117, 128, 132
Seznam základních datotypů, 52
sin, 118
size(), 106, 124, 125
Sketch, 43
sketch, 151
Sketchbook, 44
slovník, 13
smooth(), 117
Smyčka, 87
Soustředěná činnost, 47
sphere(), 109
sphereDetail(), 109, 110
splitTokens(), 132
String, 129
stroj, 31
stroke, 155
stroke(), 68, 118, 151, 157
strokeWeight, 155
strokeWeight(), 117
syntax highlighting, 45
Syntetický obraz, 38
Sít', 25

tečková syntaxe, 98
this, 142

- tint(), 153
- Tisk do konzole, 54
- Tisk do pdf, ukládání vektorů, 124
- Toxilibs, 18
- Transformace, 112
- translate(), 112, 113, 116
- triangle(), 67
- true, 75, 76, 78, 150
- Tvorba softwaru, 36
- Třída a objekt, 95

- Ukládání holých dat, 122
- Ukládání informací, 119
- Ukládání obrazových dat, 120
- Usporádání informací, 13
- Usporádání, struktura programu, 90

- vertex(), 111, 150
- Vestavěné knihovny, 137
- vestavěné knihovny, 137
- Vizualizace, 15
- void, 61, 90, 94
- Volba vhodného jazyka, 33
- Výplň a obrys, 67

- Zobrazení, 62
- Základní datatypy, 52
- Základní diskové operace, 43
- Základní operace s datatypy, 56
- Základní pravidla a zvyklosti, 48
- Základní prostředí, 42
- Základní struktura programu, 61

- Úvodem, 11