

Generátor backing-tracků pro hudební improvizaci

Petr Martišek, Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, 2015

Co je to backing-track?

- specifický typ hudební kompozice, jejímž účelem je poskytnout muzikantovi jednoduchý hudební doprovod, který může sloužit například pro:
 - zdokonalování schopností hudební improvizace
 - experimentování s novými nástrojovými technikami
 - procvičování hudebních stupnic a postupů
- není vyžadována originalita ani nápaditost (a nejsou ani příliš žádoucí)
- preferovány jsou spíše repetitivnost a předvídatelnost
- typická je absence melodické linky

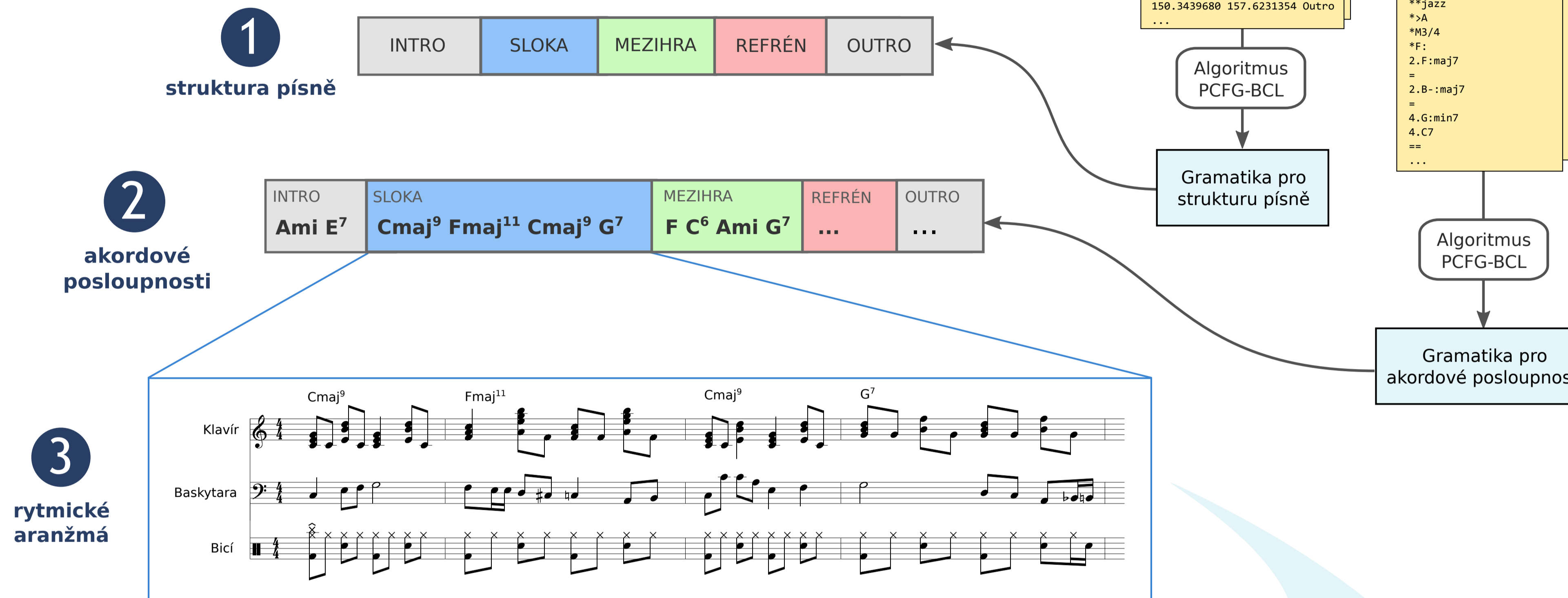
Cíl projektu

Navrhnout automatizovaný generátor backing-tracků využívající pokročilejších metod algoritmické kompozice.

Metodologie

Použití automatizovaného odvození bezkontextových gramatik z učicích korpusů (pro první dvě roviny) a definování autorských gramatik (pro třetí rovinu).

3 roviny generování



Odvození gramatiky z korpusu (algoritmus PCFG-BCL^[1])

AND-OR forma pro bezkontextové gramatiky

- uvažujeme *pravděpodobnostní* bezkontextové gramatiky (pravidlům se stejnou levou stranou jsou přiřazeny pravděpodobnosti použití)
- 2 disjunktní třídy neterminálů: AND a OR neterminály
- pravidla ve tvaru:
 - AND_i → OR_j OR_k
 - OR_i → AND_j (p_j) | AND_k (p_k) | ... | t_m (p_m) | t_n (p_n) | ...
 - každý AND se nachází na levé straně právě jednoho pravidla
- každou bezkontextovou gramatiku lze převést do AND-OR formy

Algoritmus PCFG-BCL

- z učicích korpusů sestav tabulku počtů výskytů dvojic slov v korpusu vedle sebe
- najdi v tabulce obdélníkový shluk buněk s vysokou mírou multiplikatívní koherence, tj. s takovými hodnotami prvků, pro něž platí

$$\frac{a_{ik}}{a_{jk}} \approx \frac{a_{il}}{a_{jl}}$$

- vytvoř dva nové OR neterminály, jeden pro řádkové a jeden pro sloupcové indexy nalezeného shluku, a přidej do gramatiky pravidla s těmito OR na levé straně a řádkovými (resp. sloupcovými) indexy na pravé straně
- vytvoř nový AND a přidej do gramatiky pravidlo s tímto neterminálem na levé straně a s OR neterminály z předchozího kroku na pravé straně
- nahraď všechny výskyt dvojic z extrahovaného shluku v korpusu novým AND neterminálem a aktualizuj tabulku
- opakuji od bodu 2) dokud lze nalézt dostatečně dobře ohodnocený shluk

	A7	F	Dmi	Dmi7	C#	...
F#						5
Ebmj						8
Cmaj7	24	36	60			
C6	12	18	30			
Hmi7	2					
...						

AND₁ → OR₁ OR₂
OR₁ → Cmaj7 (0.67) | C6 (0.33)
OR₂ → F (0.2) | Dmi (0.3) | Dmi7 (0.5)

Generování klavíru a bicích

- autorsky definované gramatiky pro *rock*, *blues* a *swing*
- gramatiky generují jednotlivé fráze, které jsou pak poskládány za sebe
 - perkusivní fráze - 4 takty (důraz na začátku, přechod na konci)
 - klavírní fráze - 1 takt
- terminály perkusivní gramatiky
 - jednotlivé „noty“ (tj. konkrétní bubínky nebo činely)
 - speciální terminál pro posun o šestnáctinovou dobu (noty neoddělené tímto symbolem jsou hrány současně)
- terminály klavírní gramatiky
 - použití harmonické funkce z akordu (tercie, kvinta, nóna apod.), konkrétní noty jsou přiřazeny až v závislosti na konkrétním akordu
 - speciální terminál pro posun o šestnáctinovou dobu

Perkusivní gramatika (blues)

PHRASE → ACCENT MEASURE MEASURE MEASURE FILLMEASURE
ACCENT → crash-1 (0.25) | crash-2 (0.25) | splash (0.25) | china (0.25)
MEASURE → BASSBEAT SNAREBEAT BASSBEAT SNAREBEAT
BASSBEAT → BASSEIGHTH EIGHTH
SNAREBEAT → SNAREEIGHTH EIGHTH
BASSEIGHTH → bassdrum hi-hat X X (0.9) | hi-hat X X (0.1)
SNAREEIGHTH → snare hi-hat X X
EIGHTH → bassdrum hi-hat X X (0.2) | hi-hat X X (0.8)
FILLMEASURE → BASSBEAT SNAREBEAT BASSBEAT FILLBEAT
FILLBEAT → SNAREEIGHTH FILLEIGHTH
FILLEIGHTH → hi-hat X snare X
X → sixteenth_shift

Klavírní gramatika (blues)

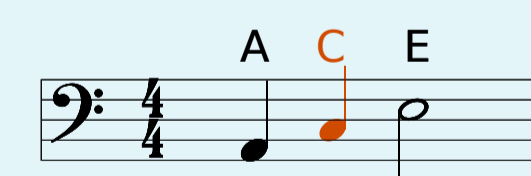
PHRASE → BASSBEAT SNAREBEAT BASSBEAT SNAREBEAT
BASSBEAT → BASSEIGHTH EIGHTH
SNAREBEAT → SNAREEIGHTH EIGHTH
BASSEIGHTH → LOWERCHORD (0.94) | ROOT (0.06)
SNAREEIGHTH → HARMONIES
EIGHTH → ROOT (0.67) | X X (0.33)
LOWERCHORD → root third fifth seventh X X
ROOT → root X X
HARMONIES → third seventh ninth eleventh thirteenth X X
X → sixteenth_shift

Generování basové linky

- princip *směřování*
- na základě prvního tónu, cílového tónu, stupnice a právě hraného akordu je vybrán přístupový tón podle jedné z následujících strategií:

1) akordové směřování

Vybere přístupový tón z právě hraného akordu (např. Ami).



2) stupnicové směřování

Vybere přístupový tón z aktuální stupnice (např. C durová).



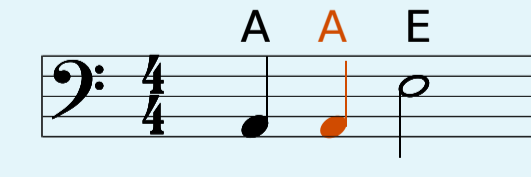
3) chromatické směřování

Vybere tón ležící půltón pod či nad cílovým tónem.



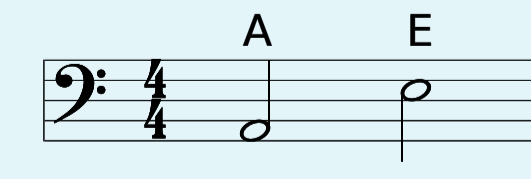
4) stejné směřování

Zopakuje předchozí tón.



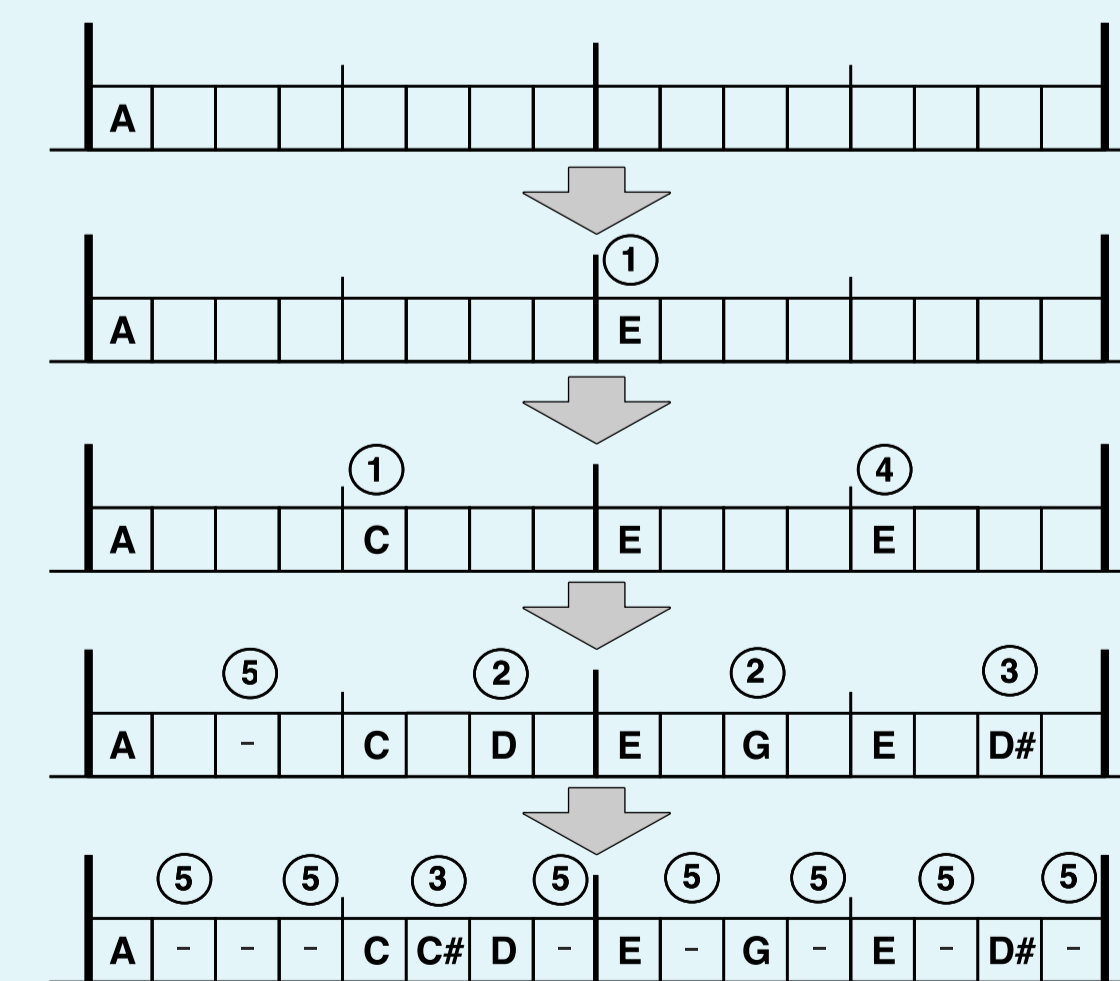
5) žádné směřování

Nechá znít předchozí tón.



- přístupový tón rozdělí sekvenci na dvě fráze poloviční délky
- rekurzivní vyplnění celé sekvence podle stejného principu
- výběr strategie je dán váhami pro každou úroveň zanoření
- rekurzivní zastaví na úrovni šestnáctinových not (popř. při výběru *žádného směřování*)

Ukázka procesu generování kompletní basové linky pro jeden takt. Aktuální akord je Ami, stupnice C dur. Čísla v kroužcích naznačují, která přístupová strategie byla použita.



Výsledná sekvence v notovém zápisu:



Literatura

[1] Tu, K. a HONAVAR, V. *Unsupervised Learning of Probabilistic Context-Free Grammar using Iterative Biclustering*. Extended Version. Computer Science Technical Reports, 2008.

Kontakt: martisekpetr@gmail.com

Vedoucí práce: RNDr. Jakub Yaghub, Ph.D.,
Katedra softwarového inženýrství MFF UK