کاربرد نظریه محاسبه در موسیقی

Musical Composition with Stochastic Context-Free

Grammars

ما در موسیقی با یک سری قواعد روبرو هستیم که پیروی از ان باعث موزون شدن اهنگ خواهد شد از این جهت در تلاش هستیم تا این قواعد را (برای نوع خاصی از انواع موسیقی) در قالب گرامر خاص از نوع مستق از متن بگنجانیم

- در ابتدا باید بدانیم از چه جهت ادعا میکنیم که موسیقی فرم مشخصی دارد و این فرم را بشناسیم تا دقیقا بتوانیم گرامر را مدل کنیم پس نیاز داریم تا با برخی از تعاریف اولیه در موسیقی از جمله ریتم، ملودی و هارمونی آشنا شوییم

ریتم :

ریتم به معنای ساده‌تر، به جایگذاری صداها در میزان می‌گویند. از آن‌جایی که موسیقی باید در زمان‌های مشخصی نواخته شود، نقش ریتم بیش از پیش برجسته‌تر خواهد شد

ملودی :

ملودی یکی از اساسی‌ترین عناصر در موسیقی به شمار می‌آید. هر نت، شامل صدایی است که مدت زمان و زیر و بمی خاص خود را دارد. توالی نت‌ها در کنار یکدیگر، ملودی را تشکیل می‌دهند. البته ملودی، تنها به چند نت پشت سر هم نمی‌گویند بلکه این نت‌ها باید به نوعی گوش‌نواز باشند. اصطلاحاتی به طور معمول در تئوری موسیقی و ملودی مطرح می‌شوند که دانستن آن‌ها خالی از لطف نیست. به طور مثال «خط ملودی (Melodic Line) «در یک قطعه موسیقی، رشته‌ای از نت‌ها است که ملودی را می‌سازند. نت‌های اضافی همچون سلاید (Slideو «چهچهه(Trills) «، بخشی از یک خط ملودی نیستند اما یک آهنگساز یا نوازنده، آن‌ها را برای زیبایی و تزئین به ملودی اضافه می‌کند.

هارمونی:

زمانی که به طور همزمان، چندین نت با زیر و بمی متفاوت با یکدیگر نواخته شوند، هارمونی خواهیم داشت. هارمونی هم از جمله مبانی اساسی در تئوری موسیقی به شمار می‌آید. البته ریتم و ملودی به طور کلی توجه بیشتری را به خود جلب می‌کنند. در حقیقت، ممکن است در یک قطعه، تنها ریتم یا ملودی داشته باشید اما به محض اینکه بیش از یک زیر و بمی (Pitch) ایجاد شود، هارمونی شکل می‌گیرد. هارمونی از جمله مباحثی است که در موسیقی کلاسیک غربی و تئوری موسیقی بر یادگیری آن تاکید می‌شود و خود، مطلب آموزشی جداگانه‌ای می‌طلبد. البته ممکن است به برخی از اصطلاحات در هارمونی نیاز داشته باشید که در ادامه به آن پرداخته شده است.

آکوردها:

در موسیقی غربی، اساس هارمونی بر پایه آکوردها بنا شده است. در تعریفی ساده، به گروهی از نت‌ها (به طور معمول سه‌نت) که با قوانین خاصی در کنار هم قرار بگیرند و نواخته شوند، آکورد می‌گویند. نت‌های یک آکورد ممکن است به طور همزمان و یکجا یا با فاصله اجرا شوند.

توالی آکوردها:

مجموعه‌ای از آکوردها که پشت سر هم اجرا شوند را با نام «توالی آکورد (Chord Progression) «می‌شناسند. در آنالیز هارمونی، توالی آکوردها را به شکل‌های مختلفی بررسی می‌کنند.

کادانس:

»کادانس (Cadence) «به نقطه توقف قطعه موسیقی می‌گویند یعنی در این بخش، شنونده احساس می‌کند که به طور موقت، موسیقی به پایان رسیده است یا حتی پایان یک قطعه موسیقی می‌تواند با کادانس همراه باشد.

درجات گام در تئوری موسیقی

کلمه گام از ریشه لاتین آن به معنی «نردبان (Ladder) «در نتیجه، یک گام را می‌توانید همچون بالارفتن از پله‌های یک نردبان و بر روی خطوط حامل تصور کنید. درجات یک نام این درجات به ترتیب زیر است : گام در تصویر زیر نمایش داده شده‌اند.: گرفته شده است.

درجه اول: تونیک (پایه)

درجه دوم: سوپر تونیک (روپایه)

درجه سوم: مدیانت

درجه چهارم(« زیر نمایان «Subdominant) :

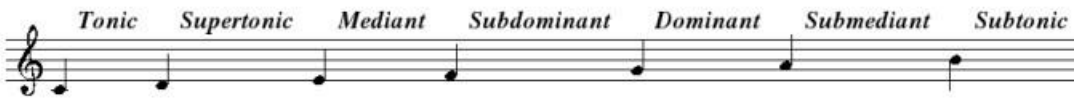
درجه پنجم: نمایان (دومینانت)

درجه ششم: رو نمایان

درجه هفتم: سانسیبل یا نت راهنما

درجه هشتم یک گام به طور معمول، همان نت تونیک اما یک اکتاو بالاتر است

برای اطلاعات بیشتر راجب گام ها و بررسی اصولی و سریع تئوری موسیقی میتوانید از کتاب تئوری موسیقی Dummies کمک بگیرید

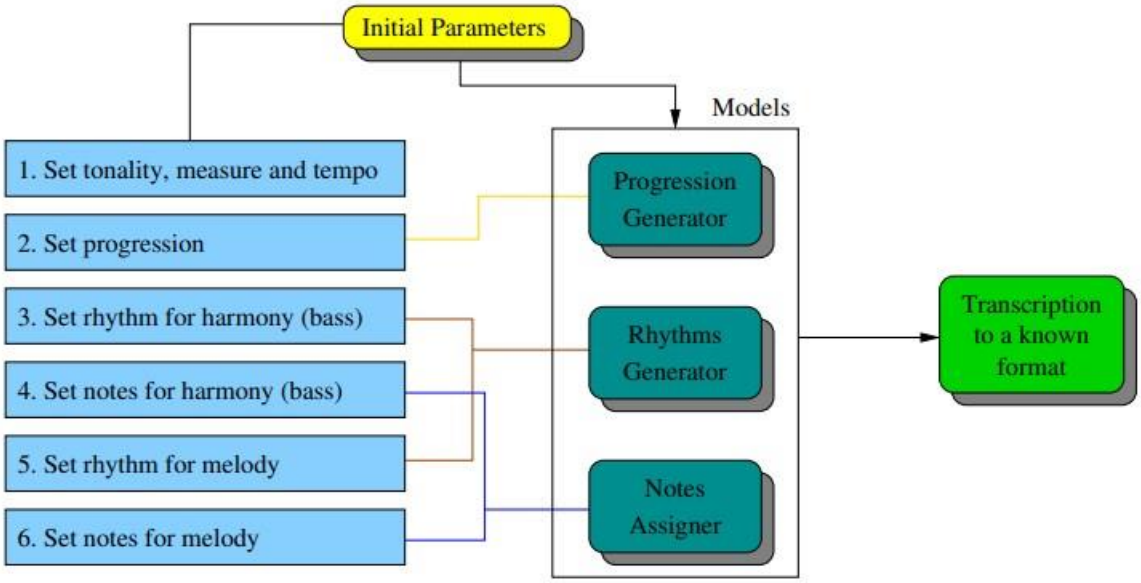


اما بخش بعدی که لازم است به ان اشرا ف داشته باشیم تعریف گرامر مستق از متن است

حالا ما با نوع خاصی از گرامر مستقل از متن کار داریم که به ان گرامر مستقل از متن تصادفی میگوییم که هر کدام از قواعد تولید آن با یک احتمال همراه شده‌است.

و بخش بعدی مدل کردن مراحل اهنگسازی است طوری که بتوان ان را محاسبه پذیر کرد

که میتوانید مراحل را به طور خلاصه در شکل زیر ببینید


Initial Parameters
Models
1. Set tonality, measure and tempo
2. Set progression
3. Set rhythm for harmony (bass)
4. Set notes for harmony (bass)
5. Set rhythm for melody
6. Set notes for melody
Progression Generator
Rhythms Generator
Notes Assigner
Transcription to a known format

مفهومScale

یک آشپز موقع آشپزی، وقتی میخواد یک غذا رو آماده کنه از مواد مصرفی مشخصی استفاده میکنه. در واقع هر چی تو آشپزخونه پیدا میشه رو نمیریزه توی دیگ؟

موقع ساخت آهنگ هم آهنگساز یکسری از note های خاص رو برای شکل دادن به آهنگ استفاده میکنه. و از همه ی note ها استفاده نمیکنه!

اینجاست که مفهوم scale میاد وسط. (تلفظ میشه اِسکِیل - البته درست تر میشه سکِیل -)

این scale ها در واقع یکسری از نت ها هستند که با یک چینش خاص و قانونی مشخص کنار هم قرار گرفتن

دونوع scale وجود داره. در واقع دونوع قانون برای انتخاب نت ها کنار هم وجود داره:

- اسکیل هایMajor
- اسکیل هایMinor

- مفهومChord progression
- گفتیم یکی دیگه از کاربرد های این دایره معروف، chord progressionهست (تلفظ میشه کورد پروگریشن).
- درواقع chord progression به این معنی هست که طبق scale و کلیدی که برای آهنگتون انتخاب کردید، chordها با چه ترتیبی نواخته بشن.

ین اولین قدم برای ساختن یک آهنگ هست. وقتی chord progression خودتون رو ساختید، تا آخر آهنگ به همین ترتیب همه نت ها چیده میشن و ملودی ساخته میشه.

خب چطوری میتونید یک chord progression برای آهنگتون بسازید؟

جواب! circle of fifths :

فرض کنید که کلید آهنگی که میخوایم بسازیم C هست) .وقتی چیزی جلوی scale ننویسم اون اسکیل major هست. پس اسکیل C یعنی(C major

حالا ما به C عدد I رو اختصاص میدیم (عدد یک به یونانی) - همیشه شماره chord progression هارو با اعداد یونانی نشون میدنVII , VI, V, IV, III, II, I .

خب اگر یادتون باشه گفتم C major chord رو اگه بخوایم بنوازیم متشکل از این سه نت هست:

C Chord: (C, E, G)

اگر همه ی نت ها رو یک درجه افزایش بدیم، تبدیل میشه به:

C Chord + 1: (D, F, A)

حالا چند لحظه فکر کنید که این سری نت به دست آمده چه chord یی میتونه باشه؟)با پیانو مجازی یا واقعی بنوازیدش ببینید صدایی که میده major هست یا minor؟(

خب chord جدید به دست آمده هست D minor یا.Dm

بسیار خب. ما به C عدد I رو اختصاص دادیم. و وقتی یک درجه به همه ی نت های C chord اضافه کردیم، نت Dm به دست اومد که بهش عدد ii رو اختصاص میدیم (چون C یک اسکیل major بود عددش رو با حروف بزرگ نشون میدیم. و Dm چون minor هست با حروف کوچیک نشون میدیم(.

بسیار خب، حالا دوباره همین کار رو برای Dm تکرار میکنیم. یک درجه به نت ها اضافه میکنیم:

Dm chord + 1: (E, G, B)

الان chord جدید به دست اومده هست Em و عدد iii رو بهش اختصاص میدیم.

حالا همین کار رو تا عدد هفت یونانی انجام میدیم و چیزی که به دست میاد به این صورت هست:

C = I [Major]

D = ii [minor]

E = iii [minor]

F = IV [Major]

G = V [Major]

A = vi [minor]

B = vii [minor]

حالا بیاید به جای C یک نت دیگه رو I قرار بدیم. مثلا .G اگر مراحل بالا رو برای این نت اجرا کنیم اینطور جواب میده:

G = I [Major]

A = ii [minor]

B = iii [minor]

C = IV [Major]

D = V [Major]

E = vi [minor]

F = vii [minor]

متوجه اتفاق جادویی شدید؟!

همیشه اعداد یونانی) از نظر major یا minor بودن (به این صورت هستند:

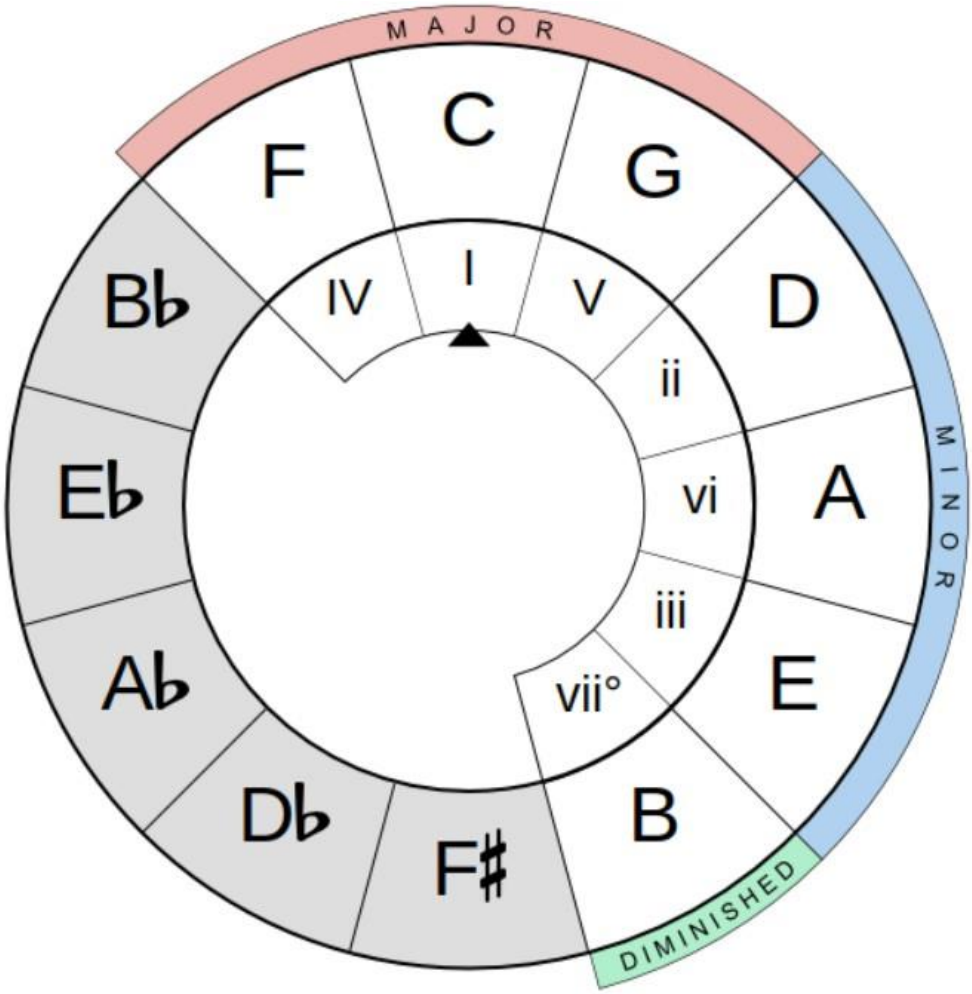
- I
- ii
- iii
- IV
- V
- vi
- vii

فرق نداره کلید چی باشه. همیشه همین اتفاق میفته. خب حالا این اتفاق رو ببریم روی دایره معروفمون تا ببینم چه شکلی میشه .

فرض کنید کلید انتخابی ما C باشه، بنابراین دایره به این صورت میشه:

همینطور که دیدید ترتیب اعداد یونانی تغییری نمیکنن و فقط توی جدول میچرخن.

حالا میتونم توضیح بدم chord progression چطوری انتخاب و نوشته میشه!



C Chord progression

برای اشنایی بیشتر میتونین از سایت chordchord.com استفاده کنید

.

ساخت ملودی

بسیار خب، حالا که با ساخت Chord progression آشنا شدیم، وقتشه قدم دوم ساخت آهنگ رو برداریم! ساخت ملودی.

ملودی یکسری از نت های تکی هستند که کنار هم قرار میگیرن

سه تا روش وجود داره.

- **انتخاب نت بر اساس Chord**
- **انتخاب نت بر اساس Scale آهنگ**
- **انتخاب آزاد نت**

اولین مورد انتخاب نت ها بر اساس Chord هست. بذارید با یک مثال توضیح بدم.

فرض کنید دارید یک آهنگی میسازید که با کلید Bb هست. و chord progression یی هم که انتخاب کردید به این صورته:

I - ii - IV - V

بنابر این Chord progression برای کلید Bb میشه:

Bb - Cm - Eb - F

و تصمیم گرفتید توی ملودی که مینویسید، نت ها رو بر اساس chord ها انتخاب کنید.

خب بنابر این هر بار که chord توی آهنگ شروع میشه به نواختن scale نت های ملودی هم تغییر میکنه.

یعنی مثلا هر جایی که chord اول یا Bb اجرا میشه، اسکیل نت هایی که انتخاب میکنید هم Bb میشه. بنابر این شما میتونید از این نت ها توی آهنگتون وقتی که chord مورد نظر نواخته میشه استفاده کنید:

Bb: (Bb, C, D, Eb, F, G, A)

Cm: (C, D, Eb, F, G, Ab, Bb)

Eb: (Eb, F, G, Ab, Bb, C, D)

بنابراین مثلا اگر قرار هست توی هر دو measure یکی از Chord ها نواخته بشه، توی اون دو measure اسکیل نت ها طبق chordتغییر میکنه.

اما خوب اینجا نمیخوایم برای اموزش دقیق اهنگسازی وقت بذاریم بقیشو میتونید سرچ بزنید !

تا الان متوجه شدیم پروسه ساخت اهنگ به چه نحوه حالا با کنار هم گذاشتن اطلاعات مربوط به اهنگسازی میتونیم مدلی که در اول نوشته اوردم و درک کنیم و حالا میتونیم گرامرو بنویسم

Progression generator شروع میکنیم

در این قسمت میخواهیم هارمونی را بسازیم که با استفاده از اکورد ها ی مختلف میتوانیم شمای کلی ان را بسازیم

مفاهیم اولیه ان را کامل توضیح میدهیم چرا که برای تبدیل مدل به گرامر نیاز داریم بدانیمم که دقیقا پروسه به چه صورت خواهد بود

بعداز ان الگوریتم های مشخص شده را به کد تبدیل میکنیم

دقت کنید که در موسیقی ما با عناصر فردی هم سروکار داریم

هر اهنگ امضای منحصر به فرد خود اهنگساز است پس صرفا این پروسه ها به صورت کلی و صرفا از تحقیق بر روی اثار باخ بدست اماده (که خود احتمالاتی است)

ما صرفا بخش Progression generator را به طور کلی بررسی میکنیم و بقیه قسمت ها از قبیل ست کردن ریتم و ... خارج از بحث قرار میدهیم

Degrees representation

Tonic	Supertonic	Mediant	Subdominant	Dominant	Submediant	Subtonic
i	ii	iii	iv	v	vi	viidis

Grammar for major scales

Start:

$S' \rightarrow A\ S\ F$	$[0, 3]$	# Suggestion
$\rightarrow S\ F$	[0,7]	

Anacrusis:

$A \rightarrow ana\ v$	$[0, 7]$	# Anacrusis
$\rightarrow ana\ i$	$[0, 3]$	

Phrases:

$S \rightarrow T\ S_1\ D\ T\ S$	$[0, 35]$	# Basic Phrases
$\rightarrow T\ D\ T\ S$	$[0, 25]$	#
$\rightarrow T\ M\ D\ T\ S$	$[0, 07]$	# Arpeggios
$\rightarrow T\ S_1\ S_2\ T\ S$	$[0, 07]$	#
$\rightarrow S_1\ T\ D\ T\ S$	$[0, 07]$	# No Tonic Start
$\rightarrow D\ T\ S_1\ T\ S$	$[0, 07]$	#
$\rightarrow T\ S_1\ T\ S$	$[0, 02]$	# Misc
$\rightarrow T\ S_1\ D\ S_2\ T\ S$	$[0, 02]$	#
$\rightarrow T\ M\ S_1\ D\ T\ S$	$[0, 02]$	#
$\rightarrow MOD$	$[0, 06]$	# Modulation

Degree functions:

$T \rightarrow i$	$[0, 8]$	# Tonic
$\rightarrow iii$	$[0, 1]$	#
$\rightarrow vi$	$[0, 1]$	#
$S_1 \rightarrow iv$	$[0, 7]$	# Subdominant
$\rightarrow ii$	$[0, 2]$	#
$\rightarrow vi$	$[0, 1]$	#
$D \rightarrow v$	$[0, 4]$	# Dominant
$\rightarrow v7$	$[0, 3]$	#
$\rightarrow viidis$	$[0, 2]$	#
$\rightarrow iii$	$[0, 1]$	#
$M \rightarrow iii$	$[1, 0]$	# Mediant
$S_2 \rightarrow vi$	$[1, 0]$	# Submediant

End:

$F \rightarrow T\ D\ T$	$[0, 7]$	# End Suggestion
$\rightarrow T\ S_1\ T$	$[0, 3]$	

و حالا شما رو با sonic pi اشنا میکنم

Sonic Pi is a live coding environment based on Ruby, originally designed to support both computing and music lessons in schools, developed by Sam Aaron in the University of Cambridge Computer Laboratory in collaboration with Raspberry Pi Foundation. Wikipedia

Initial release date: 2012

Operating system: Linux, macOS, Windows, Raspberry Pi OS

License: MIT License

Stable release: 4.3.0 / 30 September 2022; 4 months ago

Programming languages: C++, Ruby, Erlang, Elixir, Clojure

میتوانید برای دیدن نمونه کد اهنگ از لینک گیتهاب زیر استفاده کنید

https://gist.github.com/thisismitch/be9287c80903cad151fe