



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)  
دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

گزارش نوشتاری

بررسی تأثیرات هوش مصنوعی بر صنعت موسیقی

نگارش  
فائزه محمدی

استاد راهنما  
دکتر رضا صفابخش

دی ماه ۱۳۹۸



## چکیده

امروزه با پیشرفت و نفوذ هوش مصنوعی (AI) در اکثریت زمینه‌ها، از اثرات آن بر زمینه موسیقی نمی‌توان چشم‌پوشی کرد. در این مقاله سعی بر این است که اثرات را بر نحوه مصرف و ساخت موسیقی بررسی کرد. هوش مصنوعی می‌تواند اتوماسیون خدمات، کشف بینش و الگو در مجموعه داده عظیم، افزایش سطح کارایی و بهبود تجارت و ساخت موسیقی را انجام دهد.

## واژه‌های کلیدی:

هوش مصنوعی، موسیقی، اتوماسیون خدمات، داده عظیم

فصل اول مقدمه.....	۱
فصل دوم نرم افزارهای بخش آنلاین موسیقی.....	۴
۱-۲- تغییرات بازار موسیقی.....	۵
۲-۲- اهمیت.....	۵
۳-۲- Spotify.....	۶
۱-۳-۲- مدل فیلتر مشترک.....	۶
۲-۳-۲- مدل پردازش زبان طبیعی.....	۶
۳-۳-۲- مدل های صوتی.....	۷
فصل سوم مسترینگ.....	۸
۱-۳- LANDR.....	۹
فصل چهارم فرآیند ساخت موسیقی.....	۱۰
۱-۴- بررسی MAGMA.....	۱۱
۱-۱-۴- اولویت های کاربر.....	۱۱
۲-۱-۴- نحوه ساخت کل قطعه.....	۱۲
۳-۱-۴- نحوه ساخت هر بخش.....	۱۲
۲-۴- بررسی AIVA.....	۱۴
فصل پنجم جمع بندی و نتیجه گیری.....	۱۵
منابع و مراجع.....	۱۷

صفحه

فهرست اشکال و جداول

شکل ۲ - ۱ سهم پرداختی اشتراکات موسیقی.....	۵
شکل ۲ - ۲ جدول وزن اصطلاحات استخراجی.....	۷
شکل ۴ - ۳ نمای کلی سیستم MAGMA.....	۱۲
شکل ۴ - ۴ خروجی الگوریتم Stochastic.....	۱۳
شکل ۴ - ۵ خروجی الگوریتم Routine planning.....	۱۳
شکل ۴ - ۶ خروجی الگوریتم Genetic.....	۱۳

## فصل اول

### مقدمه

## مقدمه

روزهای بحث درباره اینکه آیا هوش مصنوعی (AI) در صنعت موسیقی تأثیر خواهد گذاشت، به پایان رسیده است. هوش مصنوعی از جهات مختلفی استفاده می شود. اکنون وقت آن است که در نظر بگیریم که چقدر در نحوه ایجاد و مصرف موسیقی تأثیر می گذارد. دقیقاً مانند سایر صنایع، در صنعت موسیقی، هوش مصنوعی خدمات را خودکار می کند، الگوها و بینش ها را در مجموعه داده های عظیم کشف می کند و به ایجاد کارآیی کمک می کند. شرکت های صنعت موسیقی نیاز دارند بدانند که چگونه هوش مصنوعی می تواند تجارت را تغییر دهد و آماده شوند.

در سال ۱۹۵۱، دانشمند رایانه بریتانیایی، آلن تورینگ اولین کسی بود که موسیقی تولید شده توسط رایانه را با استفاده از ماشینی ضبط کرد که تقریباً یک طبقه کامل از آزمایشگاه را پر کرده بود. در سالهای اخیر، موسیقی رکورد شده توسط محققان نیوزلند ۶۵ سال پس از ایجاد آن، ترمیم شد. ساخت موسیقی یا توسط AI یا با استفاده از AI امروز ادامه دارد. هوش مصنوعی هنگامی که قطعات موسیقی را ایجاد می کند، با تجزیه و تحلیل داده ها از ترکیب های مختلف شروع می کند. از طریق تقویت یادگیری، الگوریتم می آموزد که چه ویژگی ها و الگوهای موسیقی را ایجاد کند که لذت بخش باشد یا اینکه ژانر خاصی را تقلید کند. مدل AI همچنین با ترکیب عناصر به روشهای منحصر به فرد می تواند قطعات موسیقی خلاقانه ای را تهیه کند.

شرکت های فنی در حال سرمایه گذاری هستند که هوش مصنوعی در ساخت موسیقی به آنها کمک کند. پروژه Magenta Google، یک پلتفرم منبع باز، آهنگهایی را تولید و اجرا کرد و Sony نیز Flow Machines را ساخت، یک سیستم هوش مصنوعی که قبلاً "Daddy's Car" را منتشر کرده است، ترانه ای که توسط AI ساخته شده است.

سایر خدمات هوش مصنوعی مانند Jukedeck و Amper Music به نوازندگان آماتور کمک می کنند تا قطعات موسیقی خود را با کمک هوش مصنوعی تهیه کنند.

تجربه گوش دادن برای هر دستگاه در فرآیندی به نام مسترینگ بهینه شده است. خدمات مسترینگ مبتنی بر هوش مصنوعی مانند LANDR جایگزینی مقرون به صرفه تر در مقایسه با نیرو انسانی فراهم می کند و تاکنون بیش از ۲ میلیون نوازنده از آن برای مسترینگ بیش از ۱۰ میلیون آهنگ استفاده

کرده اند. در حالی که هنوز یک مؤلفه خلاق در مسترینگ صوتی نقش دارد و برخی ترجیح می دهند برای انجام این کار به انسان اعتماد کنند ، هوش مصنوعی این سرویس ها را برای هنرمندانی که قادر به این کار نیستند فراهم می کند.

چگونه شنوندگان هنرمندان جدید را کشف می کنند و چگونه مصرف کنندگان می دانند چه کسی به آنها گوش دهند؟ هوش مصنوعی در این زمینه نیز متمرکز شده است. کمک به هنرمندان جدید برای کشف و شناخته شدن بسیار گران است و بدون انجام آن به طور مؤثر، یک هنرمند با استعداد امکان دارد ناشناخته بماند. فناوری هوش مصنوعی می تواند طرفداران یک هنرمند را شناسایی کند. به طور مشابه، ویژگی های مبتنی بر هوش مصنوعی مانند Spotify's Discovery Weekly، لیست موقت موسیقی برای هر شنونده، به طرفداران کمک می کند تا جریان موسیقی را پیدا کنند تا موسیقی جدیدی پیدا کنند که برایشان جذاب باشد.



## فصل دوم

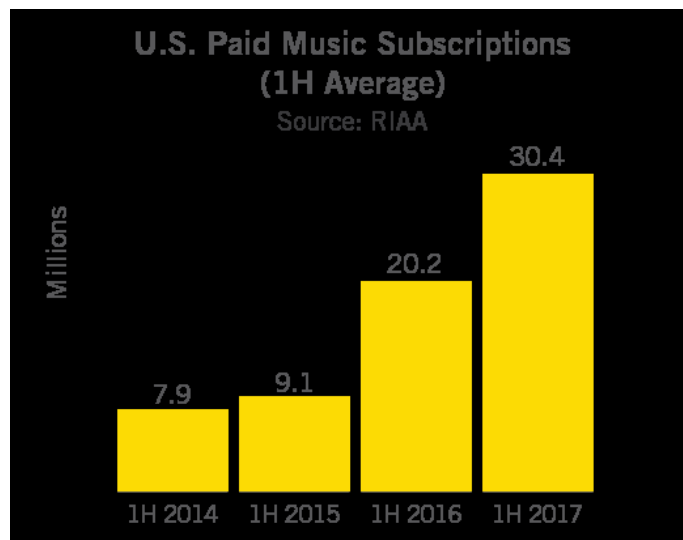
### نرم افزارهای پخش آنلاین موسیقی

## نرم افزارهای پخش آنلاین موسیقی

### ۲-۱- تغییرات بازار موسیقی

با ظهور اینترنت و فراگیر شدن آن دیگر کمتر کسی برای گوش دادن موسیقی به سراغ نوارهای کاست، دیسک‌ها و یا صفحات گرامافون می‌رود.

بر اساس گزارش Recording Industry Association of America (RIAA) در نیم سال اول ۲۰۱۷ سهم پرداختی اشتراکات خریداری شده در نرم افزارهای پخش آنلاین موسیقی رشد قابل توجهی داشته‌اند.



شکل ۲-۱ سهم پرداختی اشتراکات موسیقی

### ۲-۲- اهمیت

همانطور که مشاهده شد با توجه سرمایه عظیمی که در این بخش رد و بدل می‌شود اهمیت این نرم افزارها برای ما مشخص می‌شود. از جمله نرم افزارهای معروف در این زمینه میتوان به موارد زیر اشاره کرد :

- Spotify
- Apple Music

- SoundCloud
- iHeartRADIO

## ۲-۳- Spotify

این نرم افزار با حدود ۷۰ میلیون کاربر داده عظیمی شامل کلمات کلیدی جست و جو بر اساس منطقه جغرافیایی افراد، موسیقی مورد پسند در کشورهای مختلف را دارا ست.

این نرم افزار برای مدیریت این داده ها و تقویت تجربه کاربر از مدل های هوش مصنوعی بهره می برد.

## ۲-۳-۱- مدل فیلتر مشترک

روشی است که توسط سیستم های توصیه گر استفاده می شود. پالایش گروهی در دو معنا کاربرد دارد: معنای عام و خاص. در معنای عام، پالایش اطلاعات یا الگوهای موجود در داده توسط همکاری چند عامل، صورت از داده یا چند داده مختلف و غیره را پالایش گروهی می نامند. انگیزه پیدایش پالایش گروهی، بر اساس این ایده است که معمولاً مردم بهترین پیشنهادها را از کسانی دریافت می کنند که مشابه سلیقه خودشان باشند.

بر این اساس Spotify نیز بر اساس نظرات به اشتراک گذاشته شده آهنگ های مورد سلیقه یک گروه را به کاربران مشابه توصیه می کند.

## ۲-۳-۲- مدل پردازش زبان طبیعی

هوش مصنوعی این نرم افزار ابر داده یک آهنگ شامل پیام ها و نظرات موجود بلاگ ها و مقالات اینترنتی اسکن می کند و اصطلاحات توصیفی و عبارات اسمی را در مورد آهنگ ها مشخص می کند. سپس این داده های استخراجی طبقه بندی می شوند و هر یک بر اساس تعداد دفعاتی که از آنها استفاده شده است دارای وزنی می شوند. لازم به ذکر است این عبارات تنها به زبان انگلیسی نیستند و توانایی تشخیص هرزنامه ها را نیز دارند.

n2 Term	Score	np Term	Score	adj Term	Score
dancing queen	0.0707	dancing queen	0.0875	perky	0.8157
mamma mia	0.0622	mamma mia	0.0553	nonviolent	0.7178
disco era	0.0346	benny	0.0399	swedish	0.2991
winner takes	0.0307	chess	0.0390	international	0.2010
chance on	0.0297	its chorus	0.0389	inner	0.1776
swedish pop	0.0296	vous	0.0382	consistent	0.1508
my my	0.0290	the invitations	0.0377	bitter	0.0871
s enduring	0.0287	voulez	0.0377	classified	0.0735
and gimme	0.0280	something's	0.0374	junior	0.0664
enduring appeal	0.0280	priscilla	0.0369	produced	0.0616

Cultural Vectors and Top Terms with respective assigned weights

Source: <https://notes.variogr.am/2012/12/11/how-music-recommendation-works-and-doesnt-work/>

شکل ۲ - ۲ جدول وزن اصطلاحات استخراجی

## ۲-۳-۳- مدل های صوتی

مدل های صوتی برای تجزیه و تحلیل داده ها از آهنگ های صوتی خام و طبقه بندی آن ها استفاده می شود. این مدل به پلتفرم کمک می کند تا کلیه آهنگ ها را ارزیابی کند و بدون پوشش آنلاین توصیه ایجاد کند.

برای مثال اگر آهنگ جدید منشتر شده به دلیل پوشش کم آنلاین توسط مدل های پردازش زبان طبیعی انتخاب نشود اما مدل فیلتر مشترک از طریق مدل های صوتی آهنگ را در کنار سایر آهنگ های محبوب به کاربر پیشنهاد می شود.

فصل سوم

مسترینگ

## مسترینگ

مسترینگ صدا Audio mastering یک مرحله پس تولید در صنعت موسیقی است. فرآیندی که در آن به آماده کردن و انتقال صدای ضبط شده از یک منبع شامل میکس نهایی به یک وسیله ذخیره سازی می پردازند و یک منبع اصلی بوجود می آورند تا بتوانند از روی آن تهیه و تکثیر نسخه های کپی را انجام بدهند. امروزه استفاده از نوع مسترهای دیجیتالی مرسوم تر است، اما هنوز هم برخی مهندسين صدا از نوع مسترینگ آنالوگ در صنعت ساخت استفاده می کنند.

### ۱-۳ - LANDR

یکی از وب سرویس های محبوب در زمینه مسترینگ است که در آن کار آپلود شده توسط الگوریتم آن که شبکه یادگیری عمیق است کار را انجام می دهد. طبق گفته این شرکت این الگوریتم توانایی بهبود بخشیدن خود را دارد.

طبق گفته مدیر عامل شرکت پاسکال پیلون در یک تست بین کار انسانی و کار LANDR، این نرم افزار بعنوان یکی از بهترین مسترها معرفی شده است.

## فصل چهارم

### فرآیند ساخت موسیقی

## فرآیند ساخت موسیقی

ساخت الگوریتمی اتوماسیون جزئی یا کل فرایند ساخت موسیقی است. با استفاده از رایانه از دهه ۵۰، تکنیک های مختلف محاسباتی مربوط به از هوش مصنوعی برای ساخت الگوریتمی، از جمله روش های احتمالی، شبکه های عصبی، ژنتیک، برنامه ریزی معمول و زنجیره مارکوف استفاده می شود. (فرانسیسکو ویکو، ۲۰۱۵)

### ۴-۱- بررسی MAGMA

MAGMA (Multi-Algorithmic Music Arranger) یک سیستم هوش مصنوعی آزمایشی است که در حال حاضر برای آهنگسازی موسیقی، به طور خاص آهنگ های پاپ در دست ساخت است. این سیستم از الگوریتم تصادفی مبتنی بر زنجیره های مارکوف، الگوریتم برنامه ریزی معمول و الگوریتم ژنتیک برای تولید آهنگ استفاده می کند. این سیستم اولویت های کاربر را به عنوان ورودی در نظر گرفته و آهنگی را به صورت فایل MIDI تولید می کند. (ریچارد فاکس، ۲۰۱۱)

### ۴-۱-۱- اولویت های کاربر

انتقال : میزان انتقال از نت به نت یا آکورد به آکورد را مشخص می کند. مقدار انتقال حداکثر فاصله گام بین هر دو نت یا آکورد است. هرچه انتقال بالاتر باشد قطعه حالت ناپایداری دارد از طرفی انتقال های پایین ممکن است قطعه را حوصله سر بر بکند.

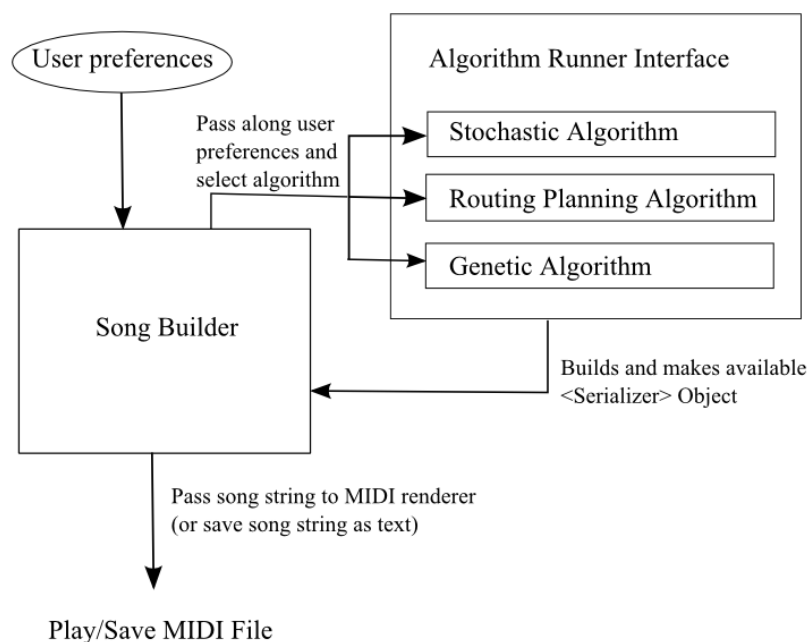
تکرار : تکرار یک هارمونی مشخص یا مجموعه نت در اثر است. تکرار یکی از عناصر زیبایی قطعه است.

تنوع : میزان تنوع در نت ها و آکوردهای استفاده شده در قطعه است.

محدوده : محدوده اکتاوها را کنترل می کند.

حالت : بسته به کلید و تمپو قطعه تغییر می کند. برای مثال برای قسمت های پایین قطعه از کلید های مینور و برای قسمت های بالا قطعه از کلیدهای ماژور استفاده می شود.





شکل ۴ - ۳ نمای کلی سیستم MAGMA

#### ۴-۱-۲- نحوه ساخت کل قطعه

ساختار آهنگ تولید می شود ساختارهای ترانه بر اساس چند مؤلفه بنا شده است: مقدمه (I) ، ورس (V) ، آکوردها (C) ، پل ها (B) ، بخش های انفرادی (S) و بیرون زدگی (O). یک آهنگ ساده ممکن است دارای ساختار I-V-C-V-C-O باشد و یک آهنگ پیچیده تر ممکن است ساختار پیچیده تری از I-V-V-C-V-B-C-S-C-O داشته باشد. در بعضی موارد ، یک مقدمه ممکن است با یک ورس مطابقت داشته باشد و در موارد دیگر ، مقدمه ، مقدمه و ورس ممکن است همه تفاوت داشته باشد. علاوه بر این ، یک آهنگ ممکن است حاوی مدولاسیون بین اجزاء یا درون اجزای مختلف باشد. (ریچارد فاکس)

#### ۴-۱-۳- نحوه ساخت هر بخش

در هر بخش با توجه به کلید و میزان آهنگ آکوردهای اصلی را می سازد سپس با توجه به زمانبندی ملودی اصلی نیز بر اساس مطابقت آن ها ساخته می شود در تصاویر زیر خروجی الگوریتم ها را مشاهده خواهیم کرد.



شکل ۴ - ۴ خروجی الگوریتم Stochastic



شکل ۴ - ۵ خروجی الگوریتم Routine planning



شکل ۴ - ۶ خروجی الگوریتم Genetic

## ۴-۲- بررسی AIVA

این سیستم از طریق مطالعه ۳۰۰۰۰ قطعه پایگاه دانش عظیمی را داراست. با استفاده از الگوریتم شبکه‌های عصبی درون قطعات به دنبال الگو می‌گردد و تلاش می‌کند نت‌های بعدی را حدس بزند طی زمان و بر اساس حدس‌های درست خود، یک سری قوانین قوانین ریاضی را برای خود اعمال می‌کند تا در همان نوع سبک از موسیقی قادر به تولید قطعه جدیدی باشد.

استفاده از این سیستم به گفته سازندگان آن مشکل کمبود موسیقی شخصی سازی شده برای فیلم‌ها و بازی‌ها را از بین می‌برد.

## فصل پنجم

### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

## جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در حال حاضر شرکت‌های بزرگ مثل Google و SONY روی پروژه‌های مشابه در زمینه هوش مصنوعی و موسیقی سرمایه‌گذاری و کار می‌کنند. اما سوالی که مطرح می‌شود این است که آیا ماشین‌های تولید موسیقی باعث بلا تکلیفی هنرمندان و موسیقی‌دان‌ها می‌شود؟

در حال حاضر بحث رقابت در میان نیست و از طرفی دنیای موسیقی به سلیقه ارتباط دارد و مقایسه کار چندان درستی به نظر نمی‌رسد.

این تکنولوژی‌ها جهت کمک و کم کردن از مشکل انسان در حال ساخت و پیشرفت هستند.

## منابع و مراجع

Richard Fox And Adil Khan. "Artificial Intelligence Approaches To Music Composition. "(2011)

Roger B.Dannenberg. " Artificial Intelligence, Machine Learning, And Music Understanding" (2003).

Jose David Fernandez And Fransisco Vico "AI Methods in Algorithmic Composition. "(2013).

Adiloglu, K., & Alpaslan, F. N. (2007). A machine learning approach to two-voice counterpoint composition. *Knowledge-Based Systems*, 20 (3), 300–30.