فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۴۶-۳۷
ISSN: 0000-0000
http://www.Tajournals.com

ارائه جدید از DeepO Band : سنتور نوازی توسط هوش مصنوعی با استفاده از مدل‌سازی زبان و یادگیری عمیق

محمد حسن علیائی طرقبه*[۱]، علی علیائی طرقبه[۲]، امیرحسین صدقی[۳]

[۱] کارشناسی ارشد مهندسی برق کنترل دانشگاه صنعتی سجاد، مشهد، ایران

[۲] دانشجوی کارشناسی مهندسی کامپیوتر نرم افزار، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

[۳] مسئول کمیته موسیقی کانون هنر و فرهنگ اسلامی، دانشگاه صنعتی سجاد، مشهد، ایران

* نویسنده مسئول: mh.olyaei123@sadjad.ac.ir

چکیده

امروزه استفاده از مدل‌سازی زبان کاربرد فراوانی پیدا کرده است و در اکثر مسائل که نیازمند یادگیری قواعد و دستورات زبان باشد، می‌توان از مدل‌سازی زبان استفاده کرد. بعضی دانشمندان از این ابزار برای مدل‌سازی متن و بعضی دیگر برای مدل‌سازی صوت و موسیقی و سپس برای تولید متن‌های جدید و موسیقی‌های جدید استفاده کرده‌اند. در این مقاله درباره مدل‌سازی موسیقی‌های سنتور ایرانی با استفاده از مدل‌سازی زبان و شبکه‌های بازگشتی (LSTM) صحبت شده است. تا به امروز، به مساله تولید موسیقی سنتور با استفاده از هوش مصنوعی پرداخته نشده است و در اینجا برای اولین بار این ایده توسط تیم DeepO ارائه خواهد شد. در این مقاله ابتدا درباره شبکه بازگشتی LSTM توضیح داده شده است. برای یادگیری مدل، تعداد ۲۰۰۰ نت از موسیقی‌های معروف سنتور ایرانی انتخاب شده است. بعد از مرحله یادگیری، دو عدد موسیقی سنتور توسط این مدل تولید شده است و نتایج نشان می‌دهد فرآیند مدل‌سازی به خوبی انجام گرفته و هوش مصنوعی توانسته است موسیقی‌های جدید و قابل قبولی را با ساز سنتور تولید کرده و بنوازد.

واژگان کلیدی: سنتور نوازی، مدل‌سازی زبان، تولید موسیقی، هوش مصنوعی، DeepO Band، شبکه عصبی بازگشتی، یادگیری عمیق، پایتون

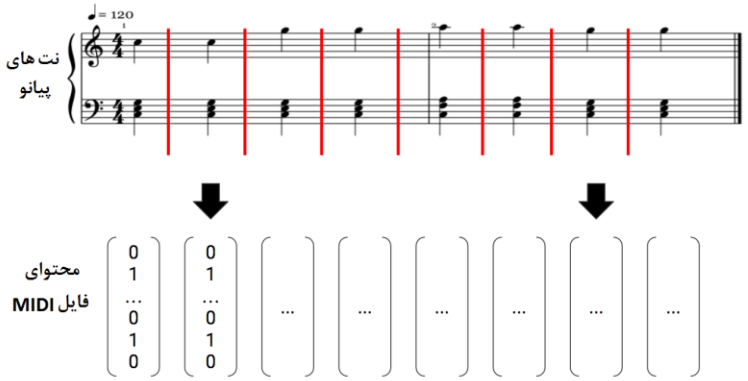
عنوان مقاله: ارائه جدید از DeepO Band : سنتور نوازی توسط هوش مصنوعی با استفاده از مدل‌سازی زبان و یادگیری عمیق
دوره ۱ / شماره ۳ / زمستان ۱۳۹۶ / ص ۴۶-۳۷

10.21859/engin-01034

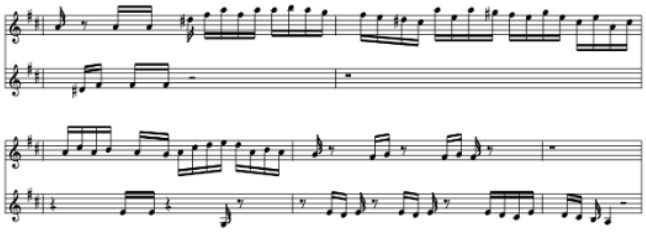
فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۴۶-۳۷
ISSN: 0000-0000
http://www.Tajournals.com

۱- مقدمه

اولین بار در سال ۲۰۱۶ شرکت گوگل ایده‌ای برای تولید موسیقی با استفاده از هوش مصنوعی، ارائه کرد. این پروژه به نام Magenta شناخته شده است که برای اولین بار، یک ملودی پیانو به مدت ۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه را تولید کرد. برای آگاهی بیشتر به مرجع [۱] مراجعه کنید. پس از آن روش‌های متعددی برای ساخت موسیقی با استفاده از هوش مصنوعی توسط دانشمندان ارائه شد. در [۲] روشی برای ترکیب چند موسیقی توسط هوش مصنوعی ارائه شده است. برای این منظور از شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNN[1]) و حافظه طولانی کوتاه مدت (LSTM[2]) استفاده شده است. در بخش بعد، با این شبکه‌ها آشنا خواهید شد. در [۳] با استفاده از تکنیک مدل‌سازی زبان، توانسته است چند مدل را با استفاده از هزاران نت، مدل‌سازی کند و به تولید موسیقی بپردازد. مدل‌سازی زبان در واقع روشی برای آموزش و یادگیری داده‌هایی است که در طول زمان، پشت سر هم قرار می‌گیرند و هر داده به داده‌های زمان قبلی وابسته است و می‌توان متن و موسیقی را جز شاخص‌ترین نوع این داده‌ها نام برد. در [۴] نیز درباره تولید ملودی پیانو با استفاده از LSTMها صحبت شده است. نکته اصلی، در تبدیل نت‌ها به شکل کد می‌باشد که برای فرآیند آموزش امری ضروری است. در اینجا برای کد بندی نت‌ها مطابق شکل ۱ عمل شده و از فایل‌های MIDI برای این منظور استفاده شده است.



شکل ۱ – تبدیل نت‌ها به فایل کد شده [۴]

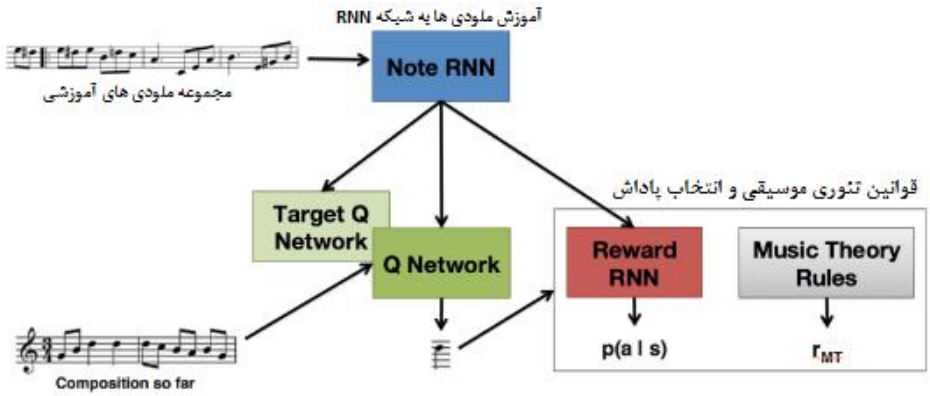
مزیت اصلی که این روش دارد، یادگیری رشته‌ای از اعداد است که فرآیند یادگیری را آسان خواهد کرد. در مقابل روش‌هایی نیز وجود دارد که به جای آموزش نت‌ها، محتوای ملودی را به هوش مصنوعی آموزش می‌دهند که امکان واگرا شدن و آموزش ناقص شبکه وجود دارد. در [۵] نیز از فایل‌های MIDI برای آموزش شبکه عمیق استفاده شده است. در فرآیند آموزش مقدار اندازه دسته‌ها[3] برابر با ۵۰ و تعداد حالت‌های پنهان[4] ۱۲۸ عدد در نظر گرفته شده است. در شکل ۲ نمونه موسیقی تولید شده توسط این روش نشان داده شده است.

شکل ۲ – موسیقی تولید شده توسط [۵]

[1] Recurrent neural networks
[2] Long short-term memory
[3] Batch Size
[4] Hidden State

10.21859/engin-01034

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۴۶-۳۷
ISSN: 0000-0000
http://www.Tajournals.com

در [۶] درباره تولید ملودی با استفاده از RNN صحبت شده است با این تفاوت که از یادگیری تقویتی[5] و شبکه Q نیز برای بهبود ملودی تولید شده استفاده شده است. در این فرآیند، تابع پاداش بر اساس قوانین تئوری موسیقی انتخاب می‌شود. این کار باعث می‌شود هوش مصنوعی به جواب‌های قابل قبول‌تری برسد. در شکل ۳ این الگوریتم پیشنهادی نشان داده شده است.



شکل ۳ – الگوریتم پیشنهادی در [۶]

در [۷] نیز درباره تولید موسیقی بر اساس مدل‌های آماری صحبت شده است. همچنین روشی به نام Random Walk را معرفی می‌کند و بیان می‌کند که از ساده‌ترین روش‌ها برای تولید موسیقی می‌باشد و همچنین بیان می‌کند از مدل مخفی مارکوف به عنوان مدل آماری در تولید موسیقی می‌توان استفاده کرد. در [۸] درباره مشکلات یک مدل ساده برای تولید موسیقی صحبت شده است و مدلی توسط شبکه LSTM و خودرمزنگارها ارائه شده است و ادعا شده است مشکلات رایج را ندارد و همچنین خروجی‌های متنوع‌تری تولید کرده است. در ادامه مقاله به ۲-حافظه طولانی کوتاه مدت، ۳-مدل‌سازی موسیقی و الگوریتم پیشنهادی و ۴-نتایج شبیه‌سازی و موسیقی‌های تولید شده پرداخت خواهد شد.

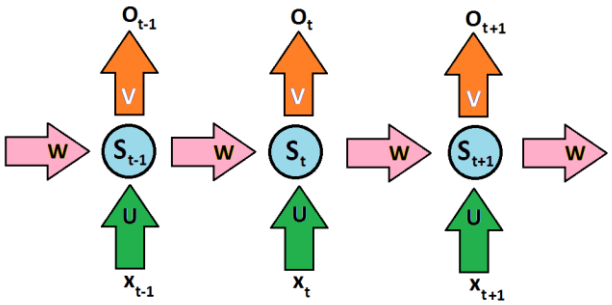
۲- حافظه طولانی کوتاه مدت (LSTM):

امروزه شبکه RNN کاربردهای فراوانی پیدا کرده است. در یک شبکه RNN خروجی هر حالت، به عنوان ورودی حالت بعدی در نظر گرفته می‌شود و معمولا برای داده‌هایی استفاده می‌شود که داده‌های لحظه حال وابسته به داده‌های لحظه قبل می‌باشد. به عنوان مثال در یک موسیقی نواخته شده، محل قرار گیری هر نت از اهمیت بالایی برخوردار است و اگر بعد از نواختن یک نت، نت مناسبی قرار نگیرد، موسیقی مناسبی تولید نخواهد شد. در شکل ۴ نمونه یک شبکه RNN نشان داده شده است.

[5] Reinforcement Learning

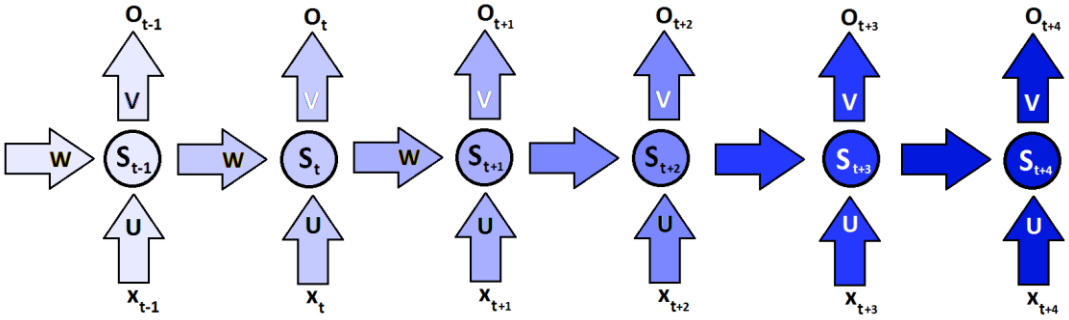
10.21859/engin-01034

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۴۶-۳۷
ISSN: 0000-0000
http://www.Tajournals.com



شکل ۴ – اتصالات شبکه RNN

شبکه‌های RNN در واقع یک نوع حافظه می‌باشند، اما یک مشکل مهم دارند. این شبکه‌ها برای داده‌های طولانی عملکرد مطلوبی نمی‌توانند داشته باشند و هرچه با داده‌های جدید رو به رو می‌شوند، داده‌های قدیمی‌تر بیشتر فراموش می‌شوند و از اهمیت کمتری برخوردار می‌شوند. در شکل ۵ اهمیت حافظه در یک داده طولانی نشان داده شده است.



شکل ۵ – فراموشی حافظه در RNNها (رنگ آبی تیره داده‌های جدید و حرکت به سمت آبی روشن داده‌های قبلی هستند)

ایده اصلی LSTM در سال ۱۹۹۷ برای برطرف کردن مشکل فراموشی حافظه در RNNها ارائه شد [۹]. تفاوت LSTMها و RNNها در حالت میانی است. در LSTM به جای قراردادن حالت استاندارد، از بلوک LSTM استفاده شده است که این بلوک ویژگی‌هایی دارد که باعث می‌شود مشکل فراموشی حافظه در شبکه ایجاد نشود. در شکل ۶ نمونه LSTM نشان داده شده است.

شکل ۶ – نمونه یک LSTM

10.21859/engin-01034

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۴۶-۳۷
ISSN: 0000-0000
http://www.Tajournals.com

روابط داخل بلوک LSTM باعث می‌شود، مشکلات رایج در شبکه RNN حل شود و فراموشی حافظه برای آموزش داده‌های طولانی، به وجود نیاید [۱۰]. موسیقی از داده‌هایی است که می‌توان گفت دنباله داده‌ها در آن از اهمیت بالایی برخوردار است و به همین دلیل بهتر است از LSTMها برای یادگیری و مدل‌سازی موسیقی استفاده شود.

۳- مدل‌سازی موسیقی و الگوریتم پیشنهادی

از ابزار مدل‌سازی زبان می‌توان برای مدل‌سازی زبان موسیقی نیز استفاده کرد. زبان تمام موسیقی‌ها شامل ۷ عدد نت می‌باشد که از کنار هم قرار گرفتن این نت‌ها، طبق یک الگوی خاص و فاصله زمانی‌های خاص، موسیقی ایجاد می‌شود. تا به امروز، مدل‌سازی زبان برای ملودی‌های پیانو، پیشرفت بسیاری داشته است و دانشمندان زیادی برای مدل‌سازی و تولید موسیقی از پیانو توسط هوش مصنوعی، روش‌های متعددی را ارائه کرده‌اند که با معروف‌ترین آن‌ها آشنا شده‌ایم.

در اکثر این روش‌ها، برای مدل‌سازی از الگوی نت‌ها استفاده شده است که جواب‌های قابل قبولی داده است، اما تا به حال روشی برای مدل‌سازی آهنگ‌ها و سازهای ایرانی ارائه نشده است. در این مقاله به مدل‌سازی و تولید آهنگ با ساز سنتور توسط هوش مصنوعی، پرداخته شده است. ساز سنتور از بهترین سازهای ایرانی است که هم قابلیت تک نوازی با آن و هم نوازی، وجود دارد. محدوده صوتی این ساز، نسبت به سازهای دیگر بیشتر است و به بیش از ۳ اکتاو[۶] می‌رسد.

نکته‌ای که در مدل‌سازی موسیقی وجود دارد، آماده‌سازی داده‌های آموزشی است. همانطور که قبلا اشاره شد، یکی از بهترین روش‌های آموزش موسیقی به هوش مصنوعی، استفاده از الگوی نت‌های موسیقی می‌باشد. در این مقاله از نت‌های لاتین موسیقی که در جدول ۱ نشان داده شده، استفاده شده است. برای تعریف فاصله بین نت‌ها، از تعریف‌های خاصی برای درک هوش مصنوعی استفاده شده است و هرکدام با یک حرف خاص نشان داده شده‌اند.

جدول ۱ : نت‌های لاتین سنتور

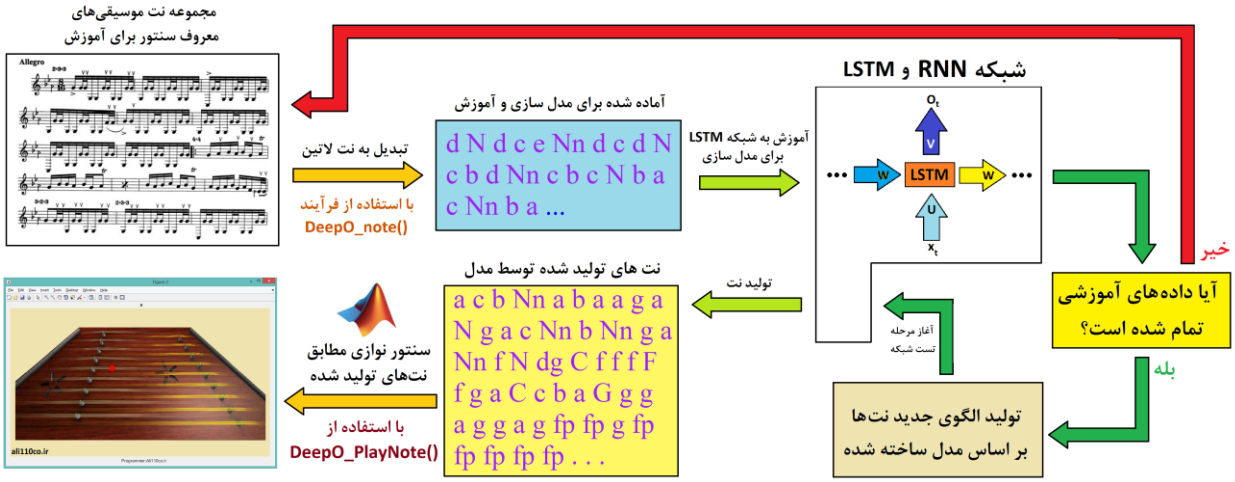
نام نت	دو	رِ	می	فا	سُل	لا	سی
نام لاتین	C	D	E	F	G	A	B

در شکل ۷ الگوریتم استفاده شده در این مقاله، آورده شده است.

[6] Octave

10.21859/engin-01034

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۴۶-۳۷
ISSN: 0000-0000
http://www.Tajournals.com



شکل ۷ – الگوریتم سنتور نوازی توسط هوش مصنوعی (کاری از DeepO Band)

مطابق شکل ۷، ابتدا یک مجموعه شامل ۲۰۰۰ نت که از آهنگ‌های معروف سنتور ایرانی انتخاب شده‌اند، آماده شده است. این مجموعه طبق فرآیندی خاص به نام DeepO_note به نت‌های لاتین تبدیل می‌شوند. با دقت در شکل ۱ مشاهده می‌شود که حروف N، Nn، dg و بعضی دیگر، جز نت‌های اصلی نیستند اما هر کدام از این حروف بیانگر مفهومی خاص می‌باشند. در مرحله بعد، از این مجموعه نت‌های آماده شده تعدادی به صورت دسته‌ای، برای آموزش انتخاب می‌شوند. مقدار Batch size برابر ۳۰ درنظر گرفته شده است. نت‌های انتخاب شده وارد شبکه بازگشتی LSTM می‌شوند و تا هنگامی که مجموعه نت‌های آموزشی تمام نشده است، فرآیند یادگیری ادامه پیدا می‌کند و مدل‌سازی از الگوی نت‌های ورودی کامل‌تر می‌شود. هنگامی که داده‌های آموزشی به اتمام برسد، دستور تولید الگوی جدیدی از نت‌ها برای مدل ساخته شده، ارسال می‌شود. به تعداد دلخواه، الگویی جدید از نت‌ها، تولید می‌شود. در مرحله نهایی با استفاده از فرآیند DeepO_PlayNote()، موسیقی سنتور تولید شده، نواخته می‌شود (لازم به ذکر است فرآیند DeepO_PlayNote() مجموعه کد نوشته شده با زبان MATLAB می‌باشد که توسط تیم DeepO پیاده‌سازی شده و تمامی حقوق این اثر برای تیم سازنه محفوظ می‌باشد و کپی‌برداری از آن بدون ذکر منبع مجاز نمی‌باشد. همچنین می‌توانید کد مربوطه را از لینک https://ali110co.ir/shop/DeepO-playnote دریافت کنید.)

۴- نتایج شبیه‌سازی

در این مقاله برای تعریف و پیاده‌سازی مدل شبکه بازگشتی LSTM و مدل‌سازی نت‌های موسیقی سنتور از زبان پایتون[7] و برای نواختن نت‌های تولید شده توسط هوش مصنوعی، از نرم افزار MATLAB استفاده شده است. در جدول ۲ پارامترهای شبکه مربوطه نشان داده شده است.

جدول ۲ : پارامترها و مقادیر استفاده شده در این مقاله

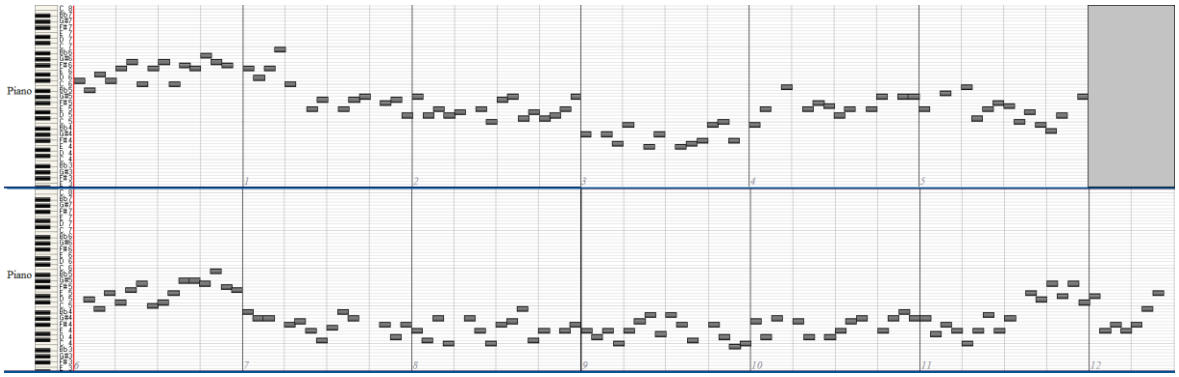
نام پارامتر	مقدار
Number of data	۲۰۰۰ نت | ۵۵۰۰ کاراکتر
Batch size	۳۰
Learning rate	۰,۰۰۲
Number of epochs	۱۰ الی ۲۰۰ (تست‌های مختلف)

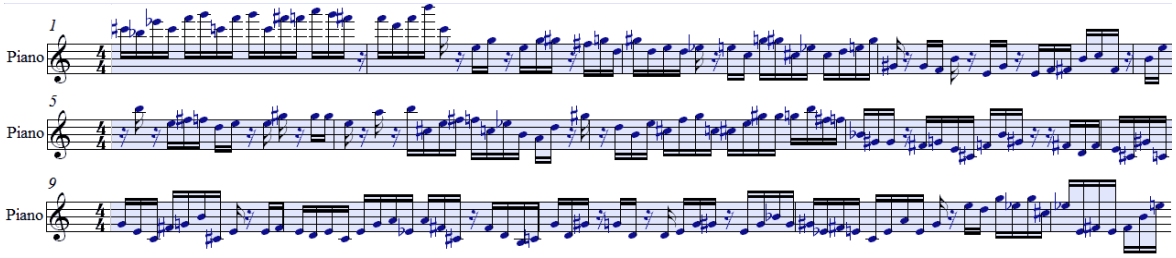
[7] Python

10.21859/engin-01034

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۴۶-۳۷
ISSN: 0000-0000
http://www.Tajournals.com

تیم ما ابتدا بر روی مدل‌سازی ملودی‌های پیانو تمرکز کرده بود و به همین جهت، چندین ملودی معروف پیانو انتخاب شدند. برای آموزش این ملودی‌ها به هوش مصنوعی، از الگوی نت‌های آن‌ها استفاده شده و برای اجرای ملودی نواخته شده هوش مصنوعی، از نرم‌افزارهای ساخت ملودی استفاده شده و در نهایت فایل MIDI نواخته شده ذخیره شده است. یک نمونه ملودی پیانو نواخته شده توسط هوش مصنوعی، در شکل ۸ و ۹ نشان داده شده است و همچنین برای شنیدن این ملودی می‌توانید به وبسایت تیم DeepO[۸] مراجعه نمایید.



شکل ۸ – ملودی MIDI تولید شده توسط هوش مصنوعی (ارائه شده توسط DeepO Band)

شکل ۹ – نت‌های ملودی پیانو تولید شده توسط هوش مصنوعی (ارائه شده توسط DeepO Band)

سپس با استفاده از الگوریتم پیشنهادی که در بخش قبل به آن اشاره شد، مجموعه‌ای از بهترین موسیقی‌های ایرانی نواخته شده با سنتور، که شامل ۲۰۰۰ نت می‌باشد، برای مدل‌سازی انتخاب شده‌اند. در (۱)، یکی از مجموعه نت‌های تولید شده توسط هوش مصنوعی نشان داده شده است. برای شنیدن این موسیقی سنتور، به وبسایت تیم DeepO[۹] مراجعه کنید.

'a' 'c' 'b' 'Nn' 'a' 'b' 'a' 'a' 'g' 'a' 'N' 'g' 'a' 'c' 'Nn' 'b' 'Nn' 'g' 'a' 'Nn' 'f' 'N' 'dg' 'C' 'f' 'f' 'f' 'F' 'f' 'g' 'a' 'C' 'c' 'b' 'a'
'G' 'g' 'g' 'a' 'g' 'g' 'a' 'g' 'fp' 'fp' 'g' 'fp' 'fp' 'fp' 'fp' 'fp' 'fp' 'fp' 'fp' 'N' 'g' 'a' 'N' 'g' 'a' 'c' 'Nn' 'b' 'Nn' 'g' 'a'
'Nn' 'b' 'N' 'b' 'd' 'd' 'd' 'Nn' 'c' 'N' 'b' 'Nn' 'g' 'a' 'Nn' 'b' 'b' 'b' 'Nn' 'b' 'Nn' 'g' 'a' 'Nn' 'b' 'N' 'g' 'a' 'Nn' 'b' 'N'
'b' 'd' 'd' 'd' 'Nn' 'c' 'N' 'b' 'Nn' 'g' 'a' 'Nn' 'b' 'b' 'b' 'Nn' 'b' 'Nn' 'g' 'a' 'Nn' 'b' 'N' 'b' 'd' 'd' 'd' 'Nn' 'c' 'N' 'b' 'Nn' (۱)
'g' 'a' 'Nn' 'b' 'N' 'b' 'd' 'd' 'd' 'Nn' 'c' 'N' 'b' 'Nn' 'g' 'a' 'Nn' 'b' 'N' 'b' 'Nn' 'dg' 'Nn' 'd' 'c' 'e' 'Nn' 'd' 'c' 'd' 'c'
'Nn' 'b' 'c' 'b' 'Nn' 'a' 'b' 'N' 'a' 'Nn' 'g' 'a' 'Nn' 'b' 'N' 'b' 'd' 'd' 'Nn' 'c' 'b' 'c' 'N' 'b' 'a' 'g' 'N' 'c' 'd' 'e' 'Nn' 'd'
'c' 'd' 'c' 'Nn' 'b' 'b' 'Nn' 'a' 'b' 'a' 'Nn' 'g' 'a' 'b' 'Nn' 'G' 'Nn' 'g' 'a' 'b' 'Nn' 'b' 'N' 'g' 'a' 'Nn' 'g' 'a' 'b' 'Nn' 'G'

بعد از شنیدن این موسیقی، متوجه می‌شویم که هوش مصنوعی به خوبی توانسته است از روی نت‌های یادگرفته شده، یک موسیقی جدید بنوازد. مجددا با استفاده از همین مدل ساخته شده، یک موسیقی دیگر را تولید کردیم. نت‌های این موسیقی در (۲) آورده شده است. می‌توانید این موسیقی را از سایت تیم DeepO[۹] دریافت کنید.

[8] https://deepo.ali110co.ir/deepo-santoor/

[9] https://deepo.ali110co.ir/deepo-santoor/

10.21859/engin-01034

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۴۶-۳۷
ISSN: 0000-0000
http://www.Tajournals.com

'N' 'N' 'd' 'C' 'g' 'd' 'd' 'g' 'a' 'fp' 'd' 'g' 'N' 'd' 'd' 'F' 'd' 'e' 'b' 'f' 'N' 'd' 'G' 'd' 'fp' 'fp' 'Nn' 'f' 'd'
'F' 'd' 'b' 'N' 'C' 'C' 'd' 'g' 'f' 'd' 'd' 'g' 'g' 'd' 'd' 'N' 'd' 'd' 'd' 'a' 'd' 'e' 'a' 'N' 'Nn' 'd' 'c' 'd' 'N'
'dg' 'e' 'a' 'g' 'd' 'g' 'N' 'd' 'fp' 'f' 'N' 'd' 'N' 'F' 'd' 'd' 'g' 'N' 'N' 'fp' 'd' 'N' 'd' 'd' 'd' 'd' 'N' 'a'
'N' 'd' 'd' 'd' 'G' 'N' 'c' 'N' 'd' 'N' 'd' 'N' 'N' 'g' 'd' 'a' 'd' 'd' 'd' 'fp' 'G' 'd' 'N' 'g' 'd' 'N' 'N' 'f'
'd' 'N' 'd' 'd' 'd' 'd' 'd' 'N' 'e' 'f' 'N' 'd' 'N' 'd' 'd' 'N' 'f' 'd' 'd' 'fp' 'N' 'Nn' 'c' 'd' 'f' 'g' 'g' 'e'
'G' 'd' 'N' 'f' 'd' 'N' 'C' 'd' 'N' 'd' (۲)

بعد از شنیدن این موسیقی، به قدرت هوش مصنوعی در نواختن انواع مختلف موسیقی پی می‌بریم و اینکه به زیبایی هر چه تمام‌تر نت‌های سنتور را کنار هم قرار می‌دهد. با این روش و الگوریتم می‌توان تعداد بسیار زیادی موسیقی سنتور که شباهت اندکی با هم داشته باشند را تولید کرد. حتی می‌توان در ایجاد موسیقی‌هایی که نواختن آن توسط انسان مشکل است، از آن استفاده کرد. نکته لازم به ذکر تنظیم پارامترهای شبکه و یادگیری می‌باشد که باید به درستی انتخاب شوند. به طور مثال موسیقی تولید شده که در (۳) آورده شده است، با اشتباه انتخاب کردن این پارامترها تولید شده است. می‌توانید برای شنیدن این موسیقی به سایت تیم DeepO[۹] مراجعه نمائید.

'F' 'C' 'N' 'C' 'C' 'd' 'e' 'fp' 'Nn' 'C' 'a' 'a' 'F' 'F' 'a' 'F' 'f' 'fp' 'C' 'F' 'b' 'c' 'f' 'f' 'Nn' 'b'
'c' 'Nn' 'Nn' 'c' 'c' 'fp' 'g' 'F' 'b' 'Nn' 'N' 'a' 'g' 'fp' 'F' 'c' 'c' 'C' 'e' 'd' 'fp' 'G' 'C' 'e' 'G'
'b' 'f' 'fp' 'Nn' 'Nn' 'C' 'b' 'C' 'N' 'G' 'N' 'f' 'G' 'N' (۳)

با شنیدن این موسیقی متوجه می‌شویم که انتخاب نامناسب پارامترها، باعث می‌شود مدل ساخته شده از نت‌ها، مدل مناسبی نبوده و موسیقی که از این مدل تولید شود مناسب نباشد.

با استفاده از این روش و الگوریتم می‌توان برای سازهای دیگر مانند سه‌تار، کمانچه نیز مدل‌سازی موسیقی را انجام داد و گروه نوازی هوش مصنوعی را ایجاد کرد. به زودی گروه نوازی هوش مصنوعی در وبسایت تیم DeepO قرار خواهد گرفت.

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله درباره استفاده از مدل‌سازی زبان برای مدل‌سازی موسیقی و تولید موسیقی سنتور توسط هوش مصنوعی صحبت شد. روش‌هایی که توسط دانشمندان برای تولید موسیقی پیانو ارائه شده بود، بررسی شدند. سپس با شبکه‌های بازگشتی LSTM آشنا شده و جزئیات روش و الگوریتم پیشنهادی ارائه شد. شبکه‌های LSTM یکی از بهترین ابزارها برای مدل‌سازی زبان می‌باشند. برای مدل‌سازی موسیقی سنتور، در این مقاله تعداد ۲۰۰۰ نت از موسیقی‌های معروف ایرانی نواخته شده با سنتور، به عنوان داده‌های آموزشی انتخاب شده‌اند. در نهایت بعد از پایان یافتن یادگیری شبکه، به عنوان نمونه، دو عدد موسیقی سنتور توسط این مدل تولید شده که با شنیدن این موسیقی‌ها و مشاهده نتایج می‌توان دریافت که مدل‌سازی از موسیقی‌های سنتور به خوبی انجام گرفته و در نهایت مدل توانسته است موسیقی جدید و قابل قبولی را با ساز سنتور تولید کند.

تشکر و قدردانی

در پایان لازم می‌دانم از فیروز حمیدی‌زاده و مرتضی حسین‌پور به منظور ایجاد شرایط لازم برای تحقیق و پژوهش تشکر و قدردانی فراوان داشته باشم.

10.21859/engin-01034

ISSN: 0000-0000
http://www.Tajournals.com

مراجع

[1] https://www.dideo.ir/v/yt/TgKd8_r-yl8
[2] Eck, D., & Schmidhuber, J. (2002). A first look at music composition using LSTM recurrent neural networks. *Istituto Dalle Molle Di Studi Sull Intelligenza Artificiale*, *103*.
[3] Boulanger-Lewandowski, N., Bengio, Y., & Vincent, P. (2012). Modeling temporal dependencies in high-dimensional sequences: Application to polyphonic music generation and transcription. *arXiv preprint arXiv: 1206.6392*.
[4] http://yoavz.com/music_rnn
[5] Huang, A., & Wu, R. (2016). Deep learning for music. *arXiv preprint arXiv: 1606.04930*.
[6] Lou, Q. Music Generation Using Neural Networks.
[7] Conklin, D. (2003, April). Music generation from statistical models. In *Proceedings of the AISB 2003 Symposium on Artificial Intelligence and Creativity in the Arts and Sciences* (pp. 30-35). London: AISB Society.
[8] Tikhonov, A., & Yamshchikov, I. P. (2017). Music generation with variational recurrent autoencoder supported by history. *arXiv preprint arXiv: 1705.05458*.
[9] Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural computation*, *9*(8), 1735-1780.
[10] Olah, C. (2015). Understanding lstm networks. *GITHUB blog, posted on August*, *27*, 2015.

10.21859/engin-01034

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۴۶-۳۷
ISSN: 0000-0000
http://www.Tajournals.com

New achievement of DeepO Band: Making Santour music by artificial intelligence using language modeling and deep learning

Mohammad Hasan Olyaei Torqabeh 1, *, Ali Olyaei Torqabeh 2 , Amir Hossein Sedghi 3

1. Faculty of Electrical Engineering, Sadjad University of Technology, Mashhad, Iran,
**mh.olyaei123@sadjad.ac.ir*
2. Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
ali.olyaei@mail.um.ac.ir
3. Head of Music Committee of Islamic Art and Culture Center, Sadjad University of Technology, Mashhad, Iran
amirhossein.sedghi1996@gmail.com

Today, the use of language modeling has been widely used, and this can be used in most issues that require learning rules and instructions. Some scholars have used this tool to model text and others to model audio and music, and then to make new texts and new music. This article discusses the modeling of Persian Santour music using long short-term memory (LSTM). To date, Santour has not been produced using artificial intelligence, and this is the first idea to be presented by the DeepO Band. This paper first discusses the LSTM network. To train the model, the number of 2000 notes from famous Santour music is selected. After the training phase, two Santour music was produced by this model, and the results indicate that the modeling process has been well done, and Artificial Intelligence has been able to make and play new music with the Santour instrument.

Keywords: Language Modeling, Artificial Intelligence, Santour, Music, DeepO Band, LSTM

10.21859/engin-01034