

Romanların Bestesini Yapan Algoritma

Müzik ve edebiyat, kökenleri ortak olduğu düşünülen ve hâlâ birbirini etkilemeye devam eden iki sanat dalı. Müzik de edebiyat gibi çoğu zaman hikâye anlatmak için kullanılır. Hiçbir söz içermeyen enstrümantal müzik parçaları bile çoğu zaman duyguları ifade etmenin güzel bir yoludur. Özellikle klasik batı müziği eserlerinin birçoğunun romansı besteler olduğu söylenebilir. Hannah Davis ve Saif M. Mohammad adlı iki araştırmacı, müzik ile edebiyat arasındaki yakın ilişkiyi bir adım daha öteye götürecek bir algoritma geliştirdi. *Transprose* adı verilen algoritma edebî eserlerin analizini yaparak eserin bestesini yapıyor. E-kitaplar ya da sinema eserleri için müzik parçaları üretmek de dâhil olmak üzere pek çok alanda kullanılabilecek olan algoritmanın nasıl çalıştığını anlamak için müzik ile ilgili birkaç temel bilgi yeterli.



Müzik ile İlgili Temel Bilgiler

Müzik, dinleyiciye hoş gelen, ardışık ve muhtemelen üst üste binen seslerden oluşur. Belirli bir frekansa sahip basınç dalgaları olan sesler ve bu seslerin çalınma süresi, notaları tanımlar. Örneğin 440 Hertzlik dörtlük nota, belirli bir sürenin dörtte biri uzunlukta çalınan ve saniyede 440 kez titreşen mekanik bir salınıma karşılık gelir. Benzer biçimde 220 Hertzlik ikilik nota, belirli bir sürenin yarısı uzunlukta çalınan ve saniyede 220 kez titreşen sestir. Ardışık nota dizileri, ölçüler içinde gruplandırılır ve bir araya gelerek müzik parçasını oluşturan melodileri ve varsa çok sesli altyapıyı meydana getirir.

Müzik eserlerinin çalınma hızı tempo terimiyle ifade edilir. Tempo, bir dakika içindeki vuruşların (temel zaman birimi) sayısıdır. Örneğin temel zaman birimi, dörtlük notaların çalınma süresiye, tempo bir dakika içindeki dörtlük notaların sayısıdır. Müzik eserleri notaya alınırken her bir ölçü içindeki notaların sayısını ve süresini ifade etmek için zaman işareti kullanılır. Örneğin zaman işareti $\frac{6}{8}$ olan bir eserin her bir ölçüsü, altı adet sekizlik nota içerir. En yaygın kullanılan zaman işareti olan $\frac{4}{4}$, ortak zaman olarak adlandırılır.

Titreşim frekansları birbirinin tam katı olan sesler aynı ses sınıfı altında gruplandırılır. Örneğin frekansı 110, 220, 440, 880 Hertz olan sesler La olarak adlandırılır. Aynı ses grubundaki ardışık iki ses arasındaki aralıklara oktav denir. Örneğin 220 Hertz ile 440 Hertz arası bir oktavdır. Klasik batı müziğinde bir oktavda 12 ses vardır. Örneğin 88 tuşlu bir piyanoda 7 ayrı oktava ait 84 ses için ve buna ek olarak 4 ses için daha tuşlar bulunur. Her oktavda farklı 12 ses sınıfından birer ses bulunur. Aynı oktavdaki ardışık iki ses arasında yarım ton fark olduğu söylenir. Aralarında iki yarım ton olan seslerin arasında bir tam ton fark vardır. Bir oktavdaki 12 ses C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, B olarak adlandırılır. Bir sesin kendinden önce gelen sestem yarım ton ince olduğunu gösteren # işareti diyez olarak okunur. C, D, E, F, G, A, B sesleri Türkçede yaygın olarak sırasıyla Do, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si olarak da adlandırılır.

Frekanslarına göre sıralanmış ses dizilerine gam denir. Majör gamlardaki ardışık sesler arasındaki ton farkı şu biçimdedir: tam-tam-yarım-tam-tam-tam-yarım. Örneğin Do sesi ile başlayan bir majör gamda sırasıyla şu sesler bulunur: Do, Re (Do sesi + bir tam ton), Mi (Re sesi + bir tam ton), Fa (Mi sesi + bir yarım ton), Sol (Fa sesi + bir tam ton), La (Sol sesi + bir tam ton), Si (La sesi + bir tam ton),

Do (Si sesi + bir yarım ton). Minör olarak adlandırılan gamlarda ise ardışık sesler arasındaki ton farkı şu biçimdedir: tam-yarım-tam-tam-yarım-tam-tam. Örneğin Do sesi ile başlayan bir minör gamda şu sesler bulunur: Do, Re (Do sesi + bir tam ton), Re# (Re sesi + bir yarım ton), Fa (Re# sesi + bir tam ton), Sol (Fa sesi + bir tam ton), Sol# (Sol sesi + bir yarım ton), La# (Sol# sesi + bir tam ton), Do (La# sesi + bir tam ton).

Art arda ya da eş zamanlı olarak çalınan iki sesin kulağa ne ölçüde hoş geldiği ahenk (uyum, armoni) terimi ile ifade edilir. Sesler arasındaki ahengi açıklamak için öne sürülmüş çeşitli görüşler vardır. Pisagor'a atfedilen bir görüşe göre iki sesin frekansları arasındaki oran ne kadar basitse, yani oranı oluşturulan sayılar ne kadar küçük sayılardan oluşursa, sesler de o kadar ahenklidir. Örneğin, Pisagor sistemine göre en uyumlu aralıklar, "2/1, 3/2 ve 4/3" oranlarıyla ifade edilen, "oktav, beşli ve dörtlü" aralıklarıdır. Oranın basitliğine ek olarak ikinci bir noktayı da belirtmek gerekir ki, bu da "süperpartiküler" terimi ile ifade edilen $n+1/n$ oranıdır ve Pisagorcu sistemin uyumlu kabul ettiği sesler arasındaki oranlar (2/1, 3/2 ve 4/3) görüldüğü gibi bu kurala da uymaktadır.

Pisagor sisteminde uyumsuz kabul edilen üçlü ve altılı aralıklar, doğal sistemde, çok sesli müzik yapımına son derece uygun ve kullanışlıdır. Uyum-uyumsuzluk sorununa çözüm bulabilmek için müzik kuramları tarihi boyunca, Pisagor sistemi, doğal sistem ve orta ton sistemi gibi belli başlı sistemlerin yanı sıra, eşit bölünmeli birçok tampere sistem üretilmiştir. Ancak günümüz tampere enstrümanlarında yaygın olarak kullanılan ve armoni üretmeye elverişli sistemlerde, doğal majör ve minör dizilerini oluşturan seslerin uyumluluk sırası şu şekilde özetlenebilir. Birinci, beşinci ve üçüncü derece sesleri (Do majör dizide, Do-Sol-Mi) daha uyumludur ve bu sırayla uyumlulukları azalır. Altıncı, ikinci, dördüncü ve yedinci derece sesleri (Do majör dizide, La-Re-Fa-Si) daha az uyumludur ve yine bu sırayla uyumlulukları azalır. Do minör gamındaki yedi ses (Do, Re, Re#, Fa, Sol, Sol#, La#) arasındaki uyum ise şu sıra ile azalır: Do, Sol, Re#, Sol#, Re, Fa, La#.

Duygular ve Müzik

Edebî eserleri kullanarak beste yapmak için önce metnin duygusal yönden analizi yapılıyor. Bu analiz sonucunda eser genel anlamda pozitif, negatif ya da nötr olarak sınıflandırılıyor. Daha sonra müzik ve duygular arasındaki genel ilişkilerden yararlanılıyor. Bu ilişkiler, şu şekilde özetlenebilir:





Ses yüksekliği

Yüksek sesli müzik yoğunluk, güç ve öfke, düşük sesli müzikse üzüntü ve endişe ile ilişkilendirilir.

Melodi

Ahenkli seslerin art arda gelmesi neşe ve dinginlikle, ahenksiz seslerin art arda gelmesiyle heyecan, öfke ve nahoşlukla ilişkilendirilir.

Majör ve minör gamlar

Majör gamlar mutlulukla ilişkilendirilirken minör gamlarsa üzüntüyle ilişkilendirilir.

Tempo

Yüksek tempo, mutluluk ve heyecanla ilişkilendirilir.

Müzik ve duygular arasındaki bu ilişkilerin evrensel olduğu düşünülüyor. Ancak insanların müziği algılama biçimleri, içinde yaşadıkları toplumların kültürel değerlerinden de etkileniyor.

Transprose Algoritması

Edebî eserlerden müzik üretmek için geliştiren algoritma, üç aşamadan oluşuyor. İlk aşamada metnin duygusal içeriği analiz ediliyor. İkinci aşamada duygusal analiz sonuçlarını kullanarak tempo, gam, ölçü, oktav ve notalar belirleniyor. Son aşamada ise ikinci aşamada elde edilen sonuçlar, JFugue adlı bir müzik programlama yazılımına yüklenerek elektronik ses dosyalarına dönüştürülüyor.

Bestesi yapılacak metnin duygusal analizi yapılırken önce metin dört kısma bölünüyor. Daha sonra bu dört kısım da kendi içinde dörde bölünüyor. Elde edilen on altı parça için ayrı ayrı duygu yoğunluğu analizi yapılıyor. Sekiz ayrı duygu (öngörü, öfke, neşe, endişe, tikslenme, üzüntü, şaşkınlık ve güven) ile ilgili kelimelerin toplam kelime sayısına bölünmesiyle her bir duygu için yoğunluk değerleri belirleniyor. Tüm duygularla ilgili kelimelerin toplam sayısının tüm kelimelerin sayısına bölünmesiyle de toplam duygu yoğunluğu hesaplanıyor.

Algoritma sadece Do majör ve Do minör gamlarını kullanarak beste yapıyor. Ancak gelecekte diğer gamları kullanarak beste yapacak şekilde geliştirilmesi de mümkün. Metindeki olumlu kelimelerin sayısı olumsuz kelimelerden fazlaysa Do majör gamı, azsa Do minör gamı tercih ediliyor.

Metindeki duygusal değişikliklerin besteye yansıtılması için eş zamanlı olarak çalınan üç ayrı melodi kullanılıyor. Bu melodilerden birincisi metnin toplam duygu yoğunluğuna göre belirlenirken diğer iki melodi için sekiz duygudan yoğunluğu en yüksek olan ikisi kullanılıyor.

Melodilerin hangi oktavda çalınacağını belirlemek için neşe ve üzüntü duygularının yoğunlukları arasındaki farka bakılıyor. Araştırmacılar bu farkı bir grup roman için hesaplayarak en düşük ve en yüksek duygu yoğunluğu farklarını belirlemiş. Herhangi bir romanın bestesinde hangi oktavların kullanılacağı romanın kendi duygu yoğunluğu farkının en yüksek ve en düşük duygu yoğunluğu farkları arasındaki konumuna göre belirleniyor. Ana melodi için 88 tuşlu bir piyanonun 4., 5. ya da 6. oktavları kullanılıyor. Duygu yoğunluğu farkı düşük olanlar için 4. oktav, yüksek olanlar içinse 6. oktav tercih ediliyor. En yoğun iki duygu ile ilgili melodilerin oktavlarını belirlerken ise bu duyguların olumlu ya da olumsuz olmasına bakılıyor. Eğer duygu olumluysa (neşe, güven) melodinin oktavı, ana melodinin oktavının bir üstündeki oktav olarak seçiliyor. Duygunun olumsuz (öfke, endişe, üzüntü ya da tikslenme) olduğu durumda melodinin oktavı ana melodinin oktavının bir altındaki oktav olarak seçiliyor. Diğer durumlarda en yoğun duygularla ilgili melodinin oktavı ana melodi ile aynı oluyor.

Melodilerin belirlenmesi algoritmanın en önemli kısmını oluşturuyor. Üç melodinin her biri dört kısımdan oluşuyor ve bu kısımlar dörde bölünen romanın her bir kısmına karşılık geliyor. Melodinin her bir parçası dört ölçüden oluşuyor ve bu ölçülerse kendi içinde dörde bölünen roman kısımlarının her bir parçasına karşılık geliyor. Melodideki notaların çalınma süresi duygu yoğunluğuna göre belirleniyor. En düşük ve en yüksek duygu yoğunluğu değerleri arasında kalan yoğunluk aralığı beş eşit parçaya bölünüyor. Yoğunluk değeri, en düşük duygu yoğunluğu değerlerini içeren parçanın içinde olan duygular için tam notalar, en yüksek duygu yoğunluğu değerlerini içeren parçanın içinde olanlar içinse on altılık notalar kullanılıyor. Yoğunluk değeri diğer parçaların içinde kalan duygular içinse sırasıyla ikilik, dörtlük ve sekizlik notalar tercih ediliyor. Böylece duygularla ilgili kelimelerin yoğun olduğu kısımlarda notalar daha sık değişiyor ve romandaki etkinlik müziği de yansıyor.

Hangi duygular için hangi seslerin kullanılacağı da yine yoğunluk değerlerine göre belirleniyor. Yoğunluk değerleri en düşük olan duygular için kullanılan gamdaki en ahenkli sesler seçiliyor. Örneğin

duygular yoğunluklarına göre en düşükten en yükseğe doğru sıralandığı zaman, Do majör gamında her bir duygu için sırasıyla şu sesler kullanılıyor: Do, Sol, Mi, La, Re, Fa, Si. Böylece daha sık rastlanan duygular için daha ahenksiz sesler kullanılarak bestenin daha ilginç, daha olağan dışı olması sağlanıyor.

Algoritmada tempoyu belirlemek için önce aktif duyguların (neşe, öfke) ortalama yoğunluğu ile üzüntünün ortalama yoğunluğu arasındaki farka bakılıyor. Etkinlik skoru olarak adlandırılan bu değer hesaplanırken diğer beş duygu (öngörü, tiksime, endişe, şaşkınlık ve güven) göz önüne alınmıyor. Araştırmacılar, bir grup roman için etkinlik skorlarını hesaplayarak en düşük ve en yüksek etkinlik skorlarını belirlemiş. Tempo değeri, en düşük etkinlik değeri için 40'a ayarlanıyor. Etkinlik değeri arttıkça tempo da doğrusal olarak artıyor ve en yüksek etkinlik değeri içinse 180 oluyor.

Notalar, oktavlar ve tempo belirlendikten sonra beste ile ilgili tüm bilgiler JFugue programı kullanılarak sese dönüştürülüyor. Programda kullanılan tipik bir girdi şu biçimde:

```
KCmaj X[VOLUME]= 16000 V0 T150
A6/0.50 D6/0.125 C6/0.25 B6/0.125
```

Bu satırlarda KCmaj, gamın Do majör olduğunu; T150, temponun 150 vuruş olduğunu; X[VOLUME]= 16000, ses yüksekliğinin 16000 birim olduğunu gösteriyor. İkinci satırdaki ifadeler ise hangi notaların çalınacağını, bu notaların hangi oktavda olduğunu ve çalınma sürelerini gösteriyor. Örneğin A6/0.50 altıncı oktavdaki ikilik La sesi anlamına geliyor.

Uygulamalar

Transprose'u geliştiren araştırmacılar, algoritmayı çeşitli romanlara uygulamış. Bu romanlar arasında *Peter Pan*, *Karanlığın Kalbi*, *Yol*, *Küçük Prens* ve *Otomatik Portakal* da var. Besteler dinlendiği zaman melodilerin romanların genel ruhu ile uyum içinde olduğu görülüyor. Örneğin daha mutlu ve neşelendirici bir roman olan *Peter Pan*'ın bestesi beklendiği gibi majör gamda olurken, *Otomatik Portakal* ve *Karanlığın Kalbi* gibi korkutucu temalı romanların bestesi ise minör gamda oluyor. Aktif duyguların (neşe ve öfke) yoğun olduğu *Peter Pan* ve *Otomatik Portakal* gibi romanların bestesinin temposu yüksek olurken, *Yol* gibi çok daha az aktif duygu içeren romanların bestesinin temposu ise çok daha düşük oluyor. Transprose algoritmasını kullanarak elde edilen bestelere <http://transprose.weebly.com/final-pieces.html> adresinden ulaşılabilir.

Araştırmacılar, algoritmada yapılan tercihlerin (kullanılacak gamlar, romanların kaç kısma bölüneceği, hangi oktavların kullanılacağı) değiştirilmesi durumunda meydana gelecek değişiklikleri de incelemiş. Farklı tercihler kullanılarak elde edilen bestelere <http://transprose.weebly.com/clips.html> adresinden ulaşılabilir.



Transprose algoritması şimdilik sadece İngilizce metinlere uygulanabiliyor. Ancak gelecekte diğer dillere de uyarlanabilir. Benzer bir algoritmanın Türkçe romanlara da uygulanabilmesi için yapılması gereken en önemli şey, Türkçe metinlerin duygusal analizini yapabilen bir program geliştirmek. Bu amaçla Türkçe'nin kelime hazinesinin incelenmesi ve hangi kelimelerin hangi duygularla ilişkilendirileceğinin belirlenmesi gerekiyor. Ancak Türkçe metinler, içinde çok sayıda mecaz anlamı kelime kullanılan deyim ve atasözleri içerdiği için böyle bir algoritma geliştirmek kolay bir iş değil. Eğer Türkçe metinlerin duygusal analizini yapabilen iyi bir algoritma geliştirilebilirse gelecek nesiller *İnce Memed*'i, *Kara Kitap*'ı okurken bir taraftan romanların bestesini de dinleyebilir.



Kaynak

- Davis, H., Mohammad, S. M., "Generating music from literature", <http://arxiv.org/abs/1403.2124v1>, 2014.