**MIDI Dosyalarından Tonalite ve Duygu Analizi için Yapay Zeka Destekli Bir Sistem Tasarımı**

**Özet**

Bu çalışmada, MIDI formatındaki müzik dosyalarının otomatik olarak analiz edilerek, içerdiği genel tonalite ve yansıttığı duyguların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen sistem, hem geleneksel müzik teorisi (tonalite analizi) hem de modern yapay zeka tekniklerini (çok katmanlı sinir ağları) bir araya getirerek, müzikten duygu çıkarımı konusunda bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır. Model, nota dağılımı, velocity (ses şiddeti), zamanlama gibi özellikleri kullanarak çoklu duygu sınıflandırması yapabilmektedir. Ayrıca, kullanıcı dostu bir web arayüzü ile analiz sonuçları görselleştirilmektedir.

**1. Giriş**

Müzik, insan duygularını ifade etmenin en güçlü yollarından biridir. Müzik eserlerinin otomatik olarak analiz edilerek, içerdiği duyguların tespit edilmesi; müzikoloji, psikoloji ve yapay zeka alanlarında önemli bir araştırma konusudur. MIDI (Musical Instrument Digital Interface) formatı, müzikteki notaların, sürelerin ve dinamiklerin dijital olarak temsil edilmesini sağlar ve bu nedenle müzik analizi için ideal bir veri kaynağıdır.Bu çalışmada, MIDI dosyalarından nota ve tonalite tabanlı özellikler çıkarılarak, bir yapay zeka modeli ile duyguların tahmin edilmesi hedeflenmiştir. Sistem, hem geleneksel müzik teorisi (tonalite-duygu eşleştirmeleri) hem de makine öğrenmesi yöntemlerini bir arada kullanmaktadır.

**2. Sistem Mimarisi ve Bileşenler**

**2.1. Genel Mimari**

Sistem, aşağıdaki ana bileşenlerden oluşmaktadır:

* **Veri Katmanı:** MAESTRO veri seti ve kullanıcıdan yüklenen MIDI dosyaları
* **Özellik Çıkarım Katmanı:** mido ve music21 kütüphaneleri ile nota, velocity, zamanlama ve tonalite çıkarımı
* **Duygu Haritalama Katmanı:** Nota ve tonalite-duygu eşleştirmeleri
* **Makine Öğrenmesi Katmanı:** Çok katmanlı sinir ağı (MLP) ile çoklu duygu sınıflandırması
* **Web Arayüzü:** Flask tabanlı kullanıcı arayüzü ve görselleştirme

**2.2. Kullanılan Kütüphaneler**

* **mido:** MIDI dosyalarını okumak ve nota bilgilerini çıkarmak için
* **music21:** MIDI dosyalarından tonalite (key) analizi yapmak için
* **numpy, pandas:** Veri işleme ve vektörizasyon
* **scikit-learn:** Etiket kodlama, veri bölme ve ön işleme
* **tensorflow/keras:** Sinir ağı modeli oluşturma ve eğitme
* **matplotlib:** Eğitim geçmişi ve duygu dağılımı görselleştirmeleri
* **Flask:** Web arayüzü ve API

**3. Veri İşleme ve Özellik Çıkarımı**

**3.1. MIDI Dosyası Okuma**

Her MIDI dosyası, mido kütüphanesi ile okunur. Her bir note\_on mesajı, nota numarası, velocity ve zaman bilgisi ile birlikte işlenir.

**3.2. Özellik Vektörü Oluşturma**

Her dosya için aşağıdaki özellikler çıkarılır:

* 12 temel nota için toplam çalınma sayısı ve ortalama velocity (24 özellik)
* Nota aralıklarının ortalaması, standart sapması, minimum ve maksimumu (4 özellik)
* Toplamda 28 boyutlu bir özellik vektörü

Bu vektör, modelin girişini oluşturur.

**3.3. Tonalite Analizi**

music21 kütüphanesi ile MIDI dosyasının tonalitesi analiz edilir. Tonalite, duygu etiketlemesinde ek bir bilgi olarak kullanılır.

**4. Duygu Haritalama**

**4.1. Nota-Duygu Eşleştirmesi**

Her nota, müzik teorisine dayalı olarak belirli duygularla eşleştirilmiştir. Örneğin:

* C: Mutluluk, Neşe, Enerji
* D: Hüzün, Melankoli, Derinlik
* F#: Gerginlik, Endişe, Heyecan

**4.2. Tonalite-Duygu Eşleştirmesi**

Her tonalite (ör. C major, A minor), literatürdeki duygusal çağrışımlarına göre etiketlenmiştir:

* C major: Mutluluk, Neşe, Enerji
* A minor: Hüzün, Melankoli, Derinlik

Model, tahminlerinde tonaliteye ek ağırlık verir.

**5. Yapay Zeka Modeli**

**5.1. Model Mimarisi**

Model, çok katmanlı bir sinir ağıdır (MLP):

* Girdi katmanı: 28 boyutlu özellik vektörü
* 1. Gizli katman: 128 nöron, ReLU aktivasyon, Dropout (0.3)
* 2. Gizli katman: 64 nöron, ReLU aktivasyon, Dropout (0.2)
* 3. Gizli katman: 32 nöron, ReLU aktivasyon
* Çıkış katmanı: Duygu sayısı kadar nöron, softmax aktivasyon

**5.2. Eğitim Süreci**

* Özellikler ve etiketler hazırlanır.
* Etiketler, tonaliteye göre çoklu duygu vektörleri olarak atanır.
* Veri eğitim ve test setlerine ayrılır.
* Model, 50 epoch boyunca eğitilir.
* Eğitim ve doğrulama doğruluğu ile kayıp değerleri kaydedilir ve görselleştirilir.

**5.3. Tahmin ve Sonuçların Yorumlanması**

Model, yeni bir MIDI dosyası için tahmin yaparken:

* Özellik vektörü çıkarılır.
* Modelden duygu olasılıkları alınır.
* Tonaliteye karşılık gelen duygulara ek ağırlık verilir.
* Sonuçlar normalize edilerek yüzde olarak sunulur.

**6. Web Arayüzü ve Sonuçların Sunumu**

**6.1. Flask Tabanlı Web Uygulaması**

Kullanıcılar, web arayüzü üzerinden MIDI dosyalarını yükleyebilir. Arka planda:

* Dosya kaydedilir ve analiz edilir.
* En çok kullanılan notalar ve oranları hesaplanır.
* Modelden tahmin edilen en baskın duygular ve oranları alınır.
* Tonalite ve bu tonalitenin yansıttığı duygular ekrana yazdırılır.
* Duygu dağılımı grafiği oluşturulur ve görsel olarak sunulur.

**6.2. Sonuçların Görselleştirilmesi**

* En çok kullanılan 3 nota ve oranları çubuk grafiklerle gösterilir.
* En baskın 3 duygu ve oranları çubuk grafiklerle gösterilir.
* Tüm duygu dağılımı matplotlib ile görselleştirilir ve web arayüzünde sunulur.

**7. Deneyler ve Sonuçlar**

Sistem, hem MAESTRO veri setindeki dosyalar hem de kullanıcıdan yüklenen örnek MIDI dosyaları ile test edilmiştir. Sonuçlar, müzik teorisine uygun olarak, majör tonalitelerde daha pozitif duygular, minör tonalitelerde ise daha melankolik duyguların öne çıktığını göstermiştir.

**8. Tartışma**

Çalışmada, hem müzik teorisi hem de makine öğrenmesi yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Modelin başarısı, veri setinin çeşitliliği ve etiketlerin doğruluğu ile doğrudan ilişkilidir. Özellikle velocity ve zamanlama gibi dinamik özelliklerin duygu analizine katkısı, modelin performansını artırmıştır. Gelecekte, daha büyük ve çeşitli veri setleriyle modelin genelleme yeteneği artırılabilir. Ayrıca, ritim, tempo ve armoni gibi ek müzikal özellikler de modele dahil edilebilir.

**9. Sonuç**

Bu çalışma, MIDI dosyalarından otomatik duygu analizi için bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır. Geliştirilen sistem, müzikteki duyguların hem teorik hem de istatistiksel olarak analiz edilmesini sağlamaktadır. Sonuçlar, müzik bilişimi ve yapay zeka alanlarında yeni uygulamalara öncülük edebilir. Web arayüzü sayesinde, kullanıcılar kendi müzik dosyalarını kolayca analiz edebilmektedir.