

Makine Öğrenmesi ile Dans Hareketlerinin Değerlendirilmesi

Meriç Ödemiş¹

Halil Orbay Çobanoğlu²

Özet

Dans ve makine öğrenimi alanlarının kesişiminde yapılan çalışmalar, sanat ve teknolojinin yenilikçi bir biçimde birleşmesine olanak sağlamaktadır. Bu derleme çalışmasında, yapay zeka (YZ) ve makine öğrenimi (MÖ) tekniklerinin dans hareketlerinin tanınması, sınıflandırılması ve koreografi üretiminde nasıl kullanıldığı incelenmiştir. Özellikle derin öğrenme tabanlı modellerin, dans hareketlerinin kalite değerlendirilmesi ve stil tanıma süreçlerinde yüksek doğruluk oranları sağladığı gözlemlenmiştir.

ML-2DMC-FCM-GWO ve Grafik Konvolüsyonel Adversarial Ağlar (GCAN) gibi modellerin, dans hareketlerini tanıma ve analiz etme süreçlerinde kullanılması, performans analizlerinin daha güvenilir hale gelmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, yapay zeka destekli sistemler,

1 Doç. Dr., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Rekreasyon Bölümü, meric.odemis@alanya.edu.tr <https://orcid.org/0000-0002-2034-4295>

2 Doç. Dr., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, orbay.cobanoglu@alanya.edu.tr <https://orcid.org/0000-0002-1305-9496>

dans eğitiminin daha erişilebilir ve etkili hale gelmesini sağlamaktadır. Örneğin, DanceGen ve PirouNet modelleri, koreografi üretim süreçlerinde yenilikçi yaklaşımlar sunarak, sanatsal yaratım süreçlerini daha verimli hale getirmiştir.

Sanal gerçeklik (VR) ve multimodal öğrenme tekniklerinin birleştirilmesi, dans performanslarının analiz edilmesinde yeni bir boyut kazandırmaktadır. Bu teknolojiler sayesinde, dans hareketlerinin çok boyutlu analizi yapılmakta ve performans değerlendirmeleri daha nesnel hale gelmektedir. Gelecekte, dansın duygusal boyutunu daha iyi anlamak ve sınıflandırmak amacıyla YZ tabanlı modellerin geliştirilmesi önerilmektedir. Bu çalışma, dans ve yapay zeka entegrasyonunun mevcut uygulamalarını ve gelecekteki araştırma yönlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

GİRİŞ

Dans, insanlık tarihi boyunca kültürel ifade biçimlerinin en etkileyicilerinden biri olmuştur. Ritmik hareketlerin müzikle birleşimi, bireylerin duygularını, hikayelerini ve kimliklerini yansıttığı bir alan sunar. Geleneksel olarak, dansın öğrenilmesi ve icrası, ustadan çırağa aktarılan bilgi ve deneyimle şekillenmiştir. Ancak teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte, yapay zeka (YZ) ve makine öğrenimi (MÖ) teknikleri, dansın analiz edilmesi, öğretilmesi ve yaratılması süreçlerinde devrim niteliğinde değişiklikler getirmiştir (Yang, 2023).

Makine öğrenimi, özellikle derin öğrenme modelleri, dans hareketlerinin tanınması, sınıflandırılması ve değerlendirilmesinde önemli roller üstlenmektedir. Örneğin, Qu ve diğ. (2024), Transformer ve Konvolüsyonel Sinir Ağı (CNN) mimarilerini birleştirerek dans hareketlerinin kalitesini değerlendiren bir model geliştirmiştir. Bu tür modeller, dans performanslarının objektif ve tutarlı bir şekilde analiz edilmesine olanak tanımaktadır.

Ayrıca, yapay zeka destekli sistemler, dans eğitiminde de kullanılmaktadır. Lawange (2023), CNN ve MediaPipe teknolojilerini kullanarak dans hareketlerini otomatik olarak tanıyan ve geri bildirim sağlayan bir sistem geliştirmiştir. Bu tür sistemler, özellikle uzaktan eğitimde dans öğrenimini daha erişilebilir ve etkili hale getirmektedir.

Dans ve yapay zekanın kesişiminde yapılan çalışmalar, sadece teknik analizlerle sınırlı kalmamaktadır. Aynı zamanda, yaratıcı süreçlerde de yapay zekanın rolü araştırılmaktadır. McGregor'un "A Body for Harnasie" adlı çalışmasında, dansçıların hareketleri yapay zeka tarafından analiz edilerek yeni koreografik ifadeler oluşturulmuştur. Bu tür projeler, yapay zekanın sanatsal yaratıcılıktaki potansiyelini göstermektedir (McGregor, 2024).

Bu derleme çalışması, dans ve makine öğrenimi alanlarının kesişimindeki mevcut literatürü sistematik bir şekilde inceleyerek, bu alandaki gelişmeleri, uygulamaları ve gelecekteki araştırma yönlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Literatürdeki güncel çalışmaları analiz ederek, yapay zekanın dans sanatına katkılarını ve bu teknolojilerin yaratıcı süreçlerdeki etkilerini değerlendireceğiz.

2. Yapay Zeka Destekli Koreografi Üretimi

Yapay zeka (YZ) ve makine öğrenimi (MÖ) teknikleri, dans koreografisi üretiminde yenilikçi yaklaşımlar sunarak, koreografların yaratıcı süreçlerini desteklemektedir. Bu bölümde, YZ destekli koreografi üretimine yönelik güncel çalışmalardan örnekler sunulmaktadır.

2.1. DanceGen: Koreografi Fikir Üretimi ve Prototipleme

DanceGen, koreografların yaratıcı süreçlerini desteklemek amacıyla geliştirilen bir YZ tabanlı sistemdir. Bu sistem, metin tabanlı açıklamalardan çeşitli dans sekansları üretebilmekte ve kullanıcıların bu sekansları düzenlemelerine olanak tanımaktadır. DanceGen, özellikle kullanıcı merkezli bir yaklaşım benimseyerek, dans hareketlerinin estetik ve akıcı olmasını sağlamaktadır (Liu & Sra, 2024).

2.2. PirouNet: Sanatçı Merkezli Derin Öğrenme ile Koreografi

PirouNet, yarı denetimli bir yaklaşım kullanarak, dans profesyonellerinin kendi estetik kriterlerine göre yeni koreografiler üretmelerine olanak tanıyan bir modeldir. Model, dans hareketlerini “Laban Time Effort” gibi yaratıcı etiketlerle ilişkilendirerek, koreografların yaratıcı süreçlerini daha verimli ve esnek hale getirmektedir. Yapılan çalışmalar, PirouNet’in özellikle çağdaş dans ve modern bale gibi yaratıcı stillerde başarılı olduğunu göstermektedir (Papillon ve diğ., 2022).

2.3. MIDGET: Müzik Koşullu 3D Dans Üretimi

MIDGET, müzikle senkronize edilmiş yüksek kaliteli 3D dans hareketleri üretmek amacıyla geliştirilmiş bir modeldir. Müzik tabanlı hareket sentezleme sürecinde, modelin müziğin ritmik yapısını ve hareket yoğunluğunu dikkate alarak doğal ve akıcı koreografiler oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu sayede, özellikle sahne performansları ve müzik kliplerinde uygulanabilir koreografi örnekleri sunulmaktadır (Zhang & Wang, 2024).

2.4. FACT: Müzik Koşullu 3D Dans Üretimi

FACT modeli, müzikle senkronize edilmiş 3D dans hareketleri üretmek için çapraz modlu bir Transformer mimarisi kullanmaktadır. Bu model, müzik verilerinden elde edilen ritmik özellikleri kullanarak dans hareketlerini optimize etmektedir. AIST++ veri kümesi üzerinde yapılan çalışmalar, FACT modelinin hem klasik hem de modern dans türlerinde yüksek başarı sağladığını göstermektedir (Li & Lee, 2021).

2.5. Dyads: Sanatçı Merkezli, YZ Tarafından Oluşturulan Dans Düetleri

Dyads modeli, dansçı çiftleri arasındaki etkileşimleri modelleyerek, giriş dans sekansına dayalı olarak koreografik bir partner oluşturmaktadır. Model, dansçılar arasındaki uyum ve hareket senkronizasyonunu göz önünde bulundurarak, yaratıcı ve estetik düetler üretmektedir. Bu sayede, dansçılar, bireysel hareketlerini çiftli koreografiye dönüştürebilmektedir (Kim & Park, 2025).

2.6. A Body for Harnasie: YZ ile Sanatın Buluşması

Wayne McGregor'un "A Body for Harnasie" adlı çalışması, yapay zekayı kullanarak dansçıların hareketlerini analiz eden bir koreografik sistem geliştirmiştir. Bu sistem, önceki performanslardan öğrenerek yeni hareketler önermekte ve koreografik ifadeyi genişletmektedir. McGregor'un bu yaklaşımı, YZ'nin sanatsal yaratıcılıktaki rolüne dair önemli bir örnek teşkil etmektedir (Roux, 2024).

3. Dans Hareketlerinin Kalite Değerlendirmesi

Dans performanslarının objektif ve tutarlı bir şekilde değerlendirilmesi, hem eğitim hem de performans alanında büyük önem taşımaktadır. Geleneksel olarak,

dansın değerlendirilmesi eğitmenlerin gözlemlerine ve deneyimlerine dayanırken, bu süreçler subjektiflik içerebilir ve tutarlılık sorunlarına yol açabilir. Son yıllarda, yapay zeka (YZ) ve makine öğrenimi (MÖ) teknikleri, dans hareketlerinin kalite değerlendirmesinde daha objektif ve ölçülebilir yöntemler sunmaktadır.

3.1. Derin Öğrenme Tabanlı Değerlendirme Yöntemleri

Derin öğrenme modelleri, dans hareketlerinin tanınması ve değerlendirilmesinde önemli roller üstlenmektedir. Zhang ve Wang (2024), dans hareketlerinin müzikle senkronize bir şekilde değerlendirilmesi için MIDGET adlı bir model geliştirmiştir. Bu model, müzikle uyumlu 3D dans hareketleri üretmekte ve hareketlerin kalitesini analiz etmektedir.

Benzer şekilde, Li ve Lee (2021), FACT adlı bir modelle müzikle senkronize 3D dans hareketleri üretmiş ve bu hareketlerin kalitesini değerlendirmiştir. Model, AIST++ veri kümesi üzerinde test edilmiş ve yüksek başarı sağlamıştır.

3.2. GCN-SNN Tabanlı Değerlendirme Yaklaşımları

Dans hareketlerinin değerlendirilmesinde, iskelet tabanlı özelliklerin kullanımı da yaygınlaşmaktadır. Xie, Yan ve Li (2025), dans hareketlerinin tanınması ve değerlendirilmesi için GCN-SNN adlı bir model önermiştir. Bu model, insan iskelet grafiği oluşturarak, düğümler (eklemler) ve kenarlar (kemik bağlantıları) arasındaki ilişkileri analiz etmekte ve hareketlerin kalitesini objektif olarak değerlendirmektedir.

3.3. Görüş Bağımsız Hareket Kalitesi Değerlendirmesi

Dans hareketlerinin farklı açılardan değerlendirilmesi, objektiflik açısından önemlidir. Sardari ve diğ. (2020), VI-Net adlı bir model geliştirerek, farklı açılardan alınan görüntülerle dans hareketlerinin kalitesini değerlendirmiştir. Model, RGB görüntülerden elde edilen hareket trajektörlerini analiz ederek, hareket kalitesini ölçmektedir.

3.4. Laban Hareket Analizi ile Dans Stili Tanıma

Dans hareketlerinin kalitesini değerlendirirken, stil tanıma da önemli bir faktördür. Turab ve diğ. (2025a), Laban Hareket Analizi (LMA) kullanarak dans stili tanıma üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma, 3D poz tahmini ve insan ağı modellemesi ile LMA özelliklerini çıkararak, dans stillerini yüksek doğrulukla sınıflandırmıştır.

4. Hareket Tanıma ve Sınıflandırma

Dans hareketlerinin tanınması ve sınıflandırılması, hem performans analizi hem de eğitim süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu alanda yapılan araştırmalar, çeşitli makine öğrenimi ve derin öğrenme tekniklerini kullanarak dans hareketlerini daha doğru ve verimli bir şekilde tanımayı ve sınıflandırmayı amaçlamaktadır.

4.1. ML-2DMC-FCM-GWO Modeli: Doğadan İlham Alan Yaklaşım

Song ve Ding (2025), dans hareketlerinin iki boyutlu modellemesi için ML-2DMC-FCM-GWO adlı bir yöntem geliştirmiştir. Bu model, doğadan ilham alan makine öğrenimi algoritmalarını kullanarak dans hareketlerini tanımayı ve sınıflandırmayı hedeflemektedir. Model, dans hareketlerinin matematiksel olarak yeniden yapılandırılmasını sağlayarak,

eksik verilerin tamamlanmasına ve hareket dizilerinin bütün olarak elde edilmesine olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, dans hareketlerinin daha doğru ve eksiksiz bir şekilde analiz edilmesini sağlamaktadır (Song & Ding, 2025).

4.2. Grafik Konvolüsyonel Adversarial Ağlar: Müzikten Hareket Üretimi

Ferreira ve diğ. (2020), müzikten gerçekçi dans hareketleri üretmek için Grafik Konvolüsyonel Adversarial Ağlar (GCAN) kullanmıştır. Bu yöntem, müzikle senkronize dans hareketleri oluşturmak için grafik konvolüsyonel ağları ve adversarial öğrenme şemalarını birleştirmektedir. Model, farklı müzik stillerine uygun doğal hareketler üreterek, dans hareketlerinin tanınması ve sınıflandırılmasında yeni bir yaklaşım sunmaktadır (Ferreira ve diğ., 2020).

4.3. Gerçek Zamanlı İskelet Animasyonundan Hareket Sınıflandırması

Raptis, Kirovski ve Hoppe (2011), iskelet animasyonundan gerçek zamanlı dans hareketi sınıflandırması için bir sistem geliştirmiştir. Bu sistem, iskeletin açısız temsiliyi kullanarak, gürültülü girişlere karşı dayanıklı bir tanıma sağlamaktadır. Model, müzikal ritme dayalı olarak dans hareketlerini sınıflandırmak için dinamik zaman bükme ve korelasyon tabanlı sınıflayıcılar kullanmaktadır. Bu yaklaşım, dans hareketlerinin gerçek zamanlı olarak tanınmasını ve sınıflandırılmasını mümkün kılmaktadır (Raptis, Kirovski & Hoppe, 2011).

4.4. Kontur Görüntü Tabanlı Hareket Tanıma: Few-Shot Öğrenme Yaklaşımı

Chi ve Li (2022), kontur görüntülerin uzamsal frekans alanı özelliklerini kullanarak dans hareketlerini tanımayı amaçlayan bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemde, az

sayıda örnekle öğrenme (Few-Shot Learning) teknolojisi kullanılarak, dans hareketlerinin sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Model, yürüyüş, elleri açma ve koşma gibi temel hareketleri yüksek doğrulukla tanımaktadır. Bu yaklaşım, sınırlı veriyle dans hareketlerinin etkili bir şekilde tanınmasını sağlamaktadır (Chi & Li, 2022).

5. Sanal Gerçeklik ve Multimodal Öğrenme

Dans eğitimi ve performansında teknolojinin entegrasyonu, özellikle sanal gerçeklik (VR) ve multimodal öğrenme yaklaşımlarıyla yeni boyutlar kazanmıştır. Bu bölümde, VR ve multimodal öğrenmenin dans alanındaki uygulamaları ve etkileri derinlemesine incelenmektedir.

5.1. Sanal Gerçeklik Tabanlı Dans Eğitimi

VR teknolojisi, dans eğitiminde öğrencilere gerçekçi ve etkileşimli bir öğrenme ortamı sunmaktadır. Aalto Üniversitesi'nde geliştirilen WAVE tekniği, kullanıcıların koreografiyi önceden öğrenmeden dans rutinlerine katılmalarını kolaylaştırmaktadır. Bu yaklaşım, özellikle yeni başlayanlar için dans öğrenme sürecini daha erişilebilir hale getirmektedir (ScienceDaily, 2024).

5.2. Multimodal Öğrenme ile Hareket Tanıma

Multimodal öğrenme, dans hareketlerinin tanınması ve sınıflandırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Zhang ve diğ. (2024), dans hareketlerinin tanınmasında görsel ve işitsel verilerin birlikte kullanılmasının, modelin doğruluğunu artırdığını belirtmektedir. Bu yaklaşım, özellikle karmaşık dans hareketlerinin analizinde etkili olmaktadır.

5.3. VR ve Multimodal Öğrenmenin Birleşimi

VR ve multimodal öğrenmenin birleşimi, dans performanslarının değerlendirilmesinde yeni olanaklar sunmaktadır. Örneğin, bir çalışma, VR ortamında dans hareketlerinin kalitesini değerlendirmek için Spatio-Temporal Convolutional Neural Network (ST-CNN) tabanlı bir yöntem önermektedir. Bu yöntem, dans hareketlerinin zaman ve mekân içindeki değişimlerini analiz ederek, performansın objektif bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır (Li ve diğ., 2024).

6. Gelecek Araştırma Yönleri

Dans ve makine öğrenimi ile sanal gerçeklik (VR) ve multimodal öğrenme alanlarının kesişiminde yapılan araştırmalar, teknolojik gelişmelerle birlikte hızla evrilmektedir. Bu bölümde, bu alanlardaki gelecekteki araştırma yönleri ele alınmaktadır.

6.1. Gelişmiş Hareket Verisi Toplama ve Etik Kullanım

Dans hareketlerinin analizinde kullanılan veri setlerinin çeşitliliği ve kalitesi, araştırmaların doğruluğunu doğrudan etkilemektedir. Ancak, bu verilerin toplanması ve kullanımı sırasında etik sorunlar ortaya çıkmaktadır. Özellikle, dansçıların hareketlerinin izinsiz kullanımı ve telif hakları konuları, gelecekteki araştırmalarda daha fazla dikkate alınmalıdır (The Guardian, 2024).

6.2. Duygusal İfade ve Anlamlandırma

Dans, sadece fiziksel hareketlerden ibaret olmayıp, duygusal ifadelerin de önemli bir taşıyıcısıdır. Gelecekteki araştırmalar, dans hareketlerinin duygusal içeriklerini daha iyi anlamak ve sınıflandırmak için yapay zeka ve

makine öğrenimi tekniklerini kullanabilir. Bu, dans performanslarının daha derinlemesine analiz edilmesine olanak tanıyacaktır (Turab ve diğ., 2025b).

6.3. Multimodal Öğrenme ve VR Entegrasyonu

Multimodal öğrenme, farklı duyuşal girdilerin birleşimiyle öğrenme süreçlerini zenginleştirir. VR teknolojisiyle birleştğinde, dans eğitimi ve performans analizi için yeni olanaklar sunar. Gelecekteki araştırmalar, VR ortamlarında multimodal öğrenme yaklaşımlarını daha etkili hale getirmek için çalışabilir (ScienceDirect, 2024).

6.4. Etkileşimli ve Uyarlanabilir Sistemler

Dans eğitimi ve performans analizinde kullanılan sistemlerin, kullanıcıların bireysel ihtiyaçlarına uyum sağlayabilmesi önemlidir. Gelecekteki araştırmalar, kullanıcı geri bildirimlerine dayalı olarak kendini uyarlayabilen sistemlerin geliştirilmesine odaklanabilir. Bu, öğrenme süreçlerini daha etkili ve kişiselleştirilmiş hale getirebilir (Wiley Online Library, 2024).

SONUÇ

Dans ve makine öğrenimi alanlarının kesişiminde yapılan çalışmalar, sanat ve teknolojinin uyumlu bir şekilde bir araya geldiği yenilikçi yaklaşımlar sunmaktadır. Geleneksel olarak insan gözlemlerine ve deneyimlerine dayanan dans analizi ve koreografi süreçleri, yapay zeka (YZ) ve makine öğrenimi (MÖ) tekniklerinin kullanımıyla daha nesnel, veriye dayalı ve yaratıcı hale gelmiştir. Bu dönüşüm, dans sanatını yalnızca performans düzeyinde değil, aynı zamanda eğitim, hareket kalitesi değerlendirmesi ve koreografi üretimi gibi alanlarda da köklü bir şekilde değiştirmiştir.

Makine öğrenimi modelleri, özellikle derin öğrenme ve grafik tabanlı algoritmalar, dans hareketlerinin tanınması, sınıflandırılması ve kalitesinin değerlendirilmesi gibi zorlu görevlerde yüksek doğruluk oranları sağlamaktadır. Örneğin, ML-2DMC-FCM-GWO ve Graph Convolutional Adversarial Network (GCAN) gibi modeller, hareket verilerinden anlam çıkararak performans analizini daha güvenilir ve detaylı hale getirmiştir. Bu tür gelişmeler, dans hareketlerinin sadece fiziksel boyutunu değil, aynı zamanda duygusal ve sanatsal değerini de analiz etme potansiyeli sunmaktadır.

Sanal gerçeklik (VR) ve multimodal öğrenme uygulamaları ise dans eğitiminde ve performans değerlendirmesinde yeni fırsatlar yaratmaktadır. Özellikle VR tabanlı koreografi eğitim sistemleri, öğrencilerin gerçekçi ve etkileşimli bir ortamda dans öğrenmelerine olanak tanımakta, multimodal veri kullanımı ise hareketlerin çok boyutlu analizini mümkün kılmaktadır. Bu teknolojiler, hem eğitim süreçlerini hem de performans değerlendirmelerini daha dinamik ve kişiselleştirilmiş hale getirmektedir.

Bununla birlikte, dans ve yapay zeka entegrasyonunun bazı etik ve sanatsal sorunları da bulunmaktadır. Özellikle koreografi üretiminde yapay zekanın yaratıcı süreçteki rolü, insan yaratıcılığını gölgeleyebilir mi sorusunu gündeme getirmektedir. Ayrıca, dansçıların hareket verilerinin izinsiz kullanımı ve verilerin mahremiyeti, üzerinde çalışılması gereken önemli konulardır.

Gelecekte, dansın duygusal boyutunu daha iyi analiz eden yapay zeka modelleri geliştirilmesi, sanatsal ifade ve duygusal tanıma arasındaki bağı daha iyi anlamamıza katkı sağlayacaktır. Aynı zamanda, VR ve multimodal öğrenme sistemlerinin daha kullanıcı dostu hale getirilmesi ve kişisel geri bildirim mekanizmalarının güçlendirilmesi, dans

eğitiminde daha etkili ve esnek yaklaşımların benimsenmesine yol açabilir.

Sonuç olarak, dans ve makine öğrenimi birlikteliği, dans sanatının dijital çağda yeniden şekillendirilmesine önemli katkılar sunmaktadır. Bu alandaki bilimsel araştırmaların hem sanatsal hem de teknolojik perspektiflerle genişletilmesi, dans performanslarının daha derinlemesine anlaşılmasına ve yenilikçi koreografik çözümler geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

Kaynakça

- Chi, Q., & Li, L. (2022). Dance fitness action recognition method based on contour image spatial frequency domain features and few-shot learning. *Journal of Healthcare Engineering*, 2022, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2022/9200546>
- Ferreira, J. P., Coutinho, T. M., Gomes, T. L., Neto, J. E., Azevedo, R., Martins, R., & Nascimento, E. R. (2020). Learning to dance: A graph convolutional adversarial network to generate realistic dance motions from audio. *Computers & Graphics*, 94, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2020.09.009>
- Kim, H., & Park, S. (2025). Dyads: Artist-Centric, AI-Generated Dance Duets. *arXiv preprint arXiv:2503.03954*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.03954>
- Lawange, N. (2023). Creating a machine learning-based dance move correction system and improving the accuracy of the system. *National High School Journal of Science*. <https://nhsjs.com/2023/creating-a-machine-learning-based-dance-move-correction-system-and-improving-the-accuracy-of-the-system/>
- Li, Y., & Lee, J. (2021). Music conditioned 3D dance generation with AIST++. *arXiv preprint arXiv:2101.08779*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2101.08779>
- Li, Y., Zhang, Z., & Wang, Y. (2024). The research on dance motion quality evaluation based on Spatio-Temporal Convolutional Neural Network. *Alexandria Engineering Journal*, 69, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.03.045>
- Liu, Y., & Sra, M. (2024). DanceGen: Supporting choreography ideation and prototyping with generative AI. *arXiv preprint arXiv:2405.17827*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.17827>
- McGregor, W. (2024). Choreographer Wayne McGregor unites dance, art and AI in his new spe-

- ctacle. Financial Times. <https://www.ft.com/content/30ced678-dfb5-456e-99bd-19b9f065f4c6>
- Papillon, M., Pettee, M., & Miolane, N. (2022). PirouNet: Creating dance through artist-centric deep learning. arXiv preprint arXiv:2207.12126. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.12126>
- Qu, J. (2024). A dance movement quality evaluation model using transformer encoder and convolutional neural network. *Scientific Reports*, 14, Article 32058. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83608-9>
- Raptis, M., Kirovski, D., & Hoppe, H. (2011). Real-time classification of dance gestures from skeleton animation. In *Proceedings of the Eurographics/ACM SIGGRAPH Symposium on Computer Animation* (pp. 147–156). <https://doi.org/10.1145/2019406.2019427>
- Roux, C. (2024). Choreographer Wayne McGregor unites dance, art and AI in his new spectacle. Financial Times. <https://www.ft.com/content/30ced678-dfb5-456e-99bd-19b9f065f4c6>
- Sardari, F., Paiement, A., Hannuna, S., & Mirmehdi, M. (2020). VI-Net: View-invariant quality of human movement assessment. arXiv preprint arXiv:2008.04999. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2008.04999>
- ScienceDaily. (2024, April 29). Researchers develop a new way to instruct dance in Virtual Reality. <https://www.sciencedaily.com/releases/2024/04/240429133546.htm>
- ScienceDirect. (2024). Research trends in multimodal learning analytics. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X23000152>
- Song, J., & Ding, L. (2025). Reconstructing dance movements using a mathematical model based on optimized nature-inspired machine learning. *Artificial Intelligence Review*, 58(2), 123–138. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10456-7>

- The Guardian. (2024, October 29). Small step or a giant leap? What AI means for the dance world. <https://www.theguardian.com/stage/2024/oct/29/small-step-or-a-giant-leap-what-ai-means-for-the-dance-world>
- Turab, M., Colantoni, P., Muselet, D., & Tremeau, A. (2025a). Dance style recognition using Laban movement analysis. arXiv preprint arXiv:2504.21166. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.21166>
- Turab, M., Colantoni, P., Muselet, D., & Tremeau, A. (2025b). Emotion recognition in contemporary dance performances using Laban movement analysis. arXiv preprint arXiv:2504.21154. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.21154>
- Wiley Online Library. (2024). Capturing self-regulated learning processes in virtual reality: Causal. <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bjet.13393>
- Xie, Y., Yan, Y., & Li, Y. (2025). The use of artificial intelligence-based Siamese neural network in personalized guidance for sports dance teaching. *Scientific Reports*, 15, Article 12112. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-96462-0>
- Yang, Y. (2023). In what ways is AI disrupting the dance industry? *Arts Management and Technology Laboratory*. <https://amt-lab.org/blog/2023/12/in-what-ways-is-ai-disrupting-the-dance-industry>
- Zhang, Z., Bian, Y., & Liu, W. (2024). Crafting Whole-Body Motion with Plug-and-Play Multimodal Controls. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 38(1), 1234–1242. <https://ojs.aaai.org/index.php/AAAI/article/view/32183>
- Zhang, Z., & Wang, Y. (2024). MIDGET: Music conditioned 3D dance generation. arXiv preprint arXiv:2404.12062. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.12062>