

Successfully Implemented Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Cardiology: State-of-the-Art Review

Dr. Medeni Karaduman

Successfully Implemented Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Cardiology: State-of-the-Art Review

Hazırlayan: Dr. Medeni Karaduman
Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı

Derlemenin adı: Successfully Implemented Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Cardiology: State-of-the-Art Review

Derlemenin yayınlandığı dergi: Trends in Cardiovascular Medicine

Derlemenin yayınlandığı tarih: 31 Ocak 2022

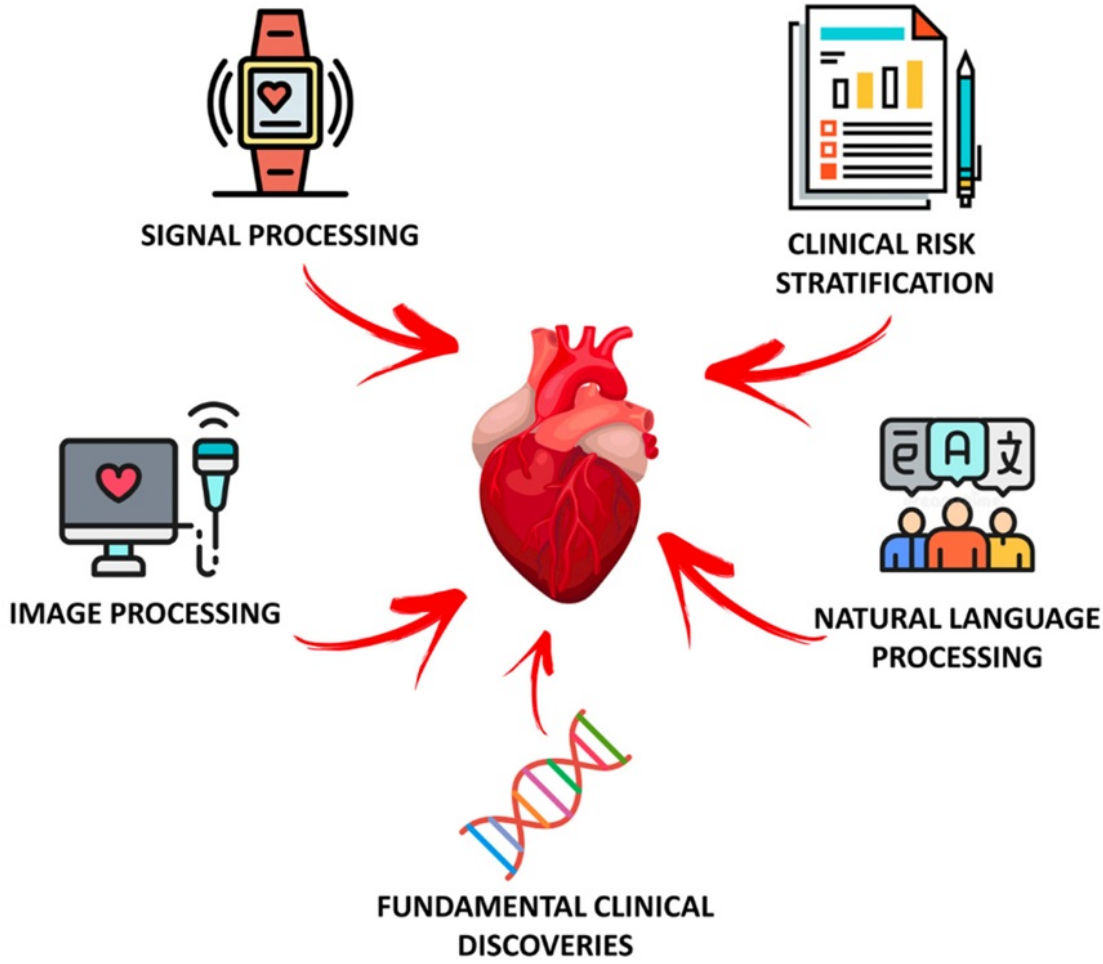
Derlemenin sponsoru: Jef Van den Eynde is supported by the Belgian American Educational Foundation.

Derlemenin amacı:

Kardiyovasküler tıp alanında çalışan sağlık profesyonellerine, başlangıç testlerini geçmiş ve çağdaş klinik pratiğe dahil edilmiş AI/ML algoritmalarının bir genel bakışını sunmaktır. Bu derleme özellikle başarılı örnekler üzerine odaklanmakta olup, bu örneklerin kardiyoloji araştırmalarındaki tüm AI/ML algoritmalarının bir alt kümesini oluşturduğu belirtilmektedir. Bu nedenle, derleme genel olarak yapay zekanın nasıl evirildiğini geniş kapsamda ele almak yerine, kardiyoloji klinik pratiğini zaten değiştirmeye başlamış olan algoritmaları özetlemeyi amaçlamaktadır.

Derlemenin tasarımı:

Derleme, AI/ML'nin kardiyoloji alanında devrim yapabileceği beş alana odaklanmaktadır: sinyal işleme, görüntü işleme, klinik risk sınıflandırması, doğal dil işleme ve temel klinik buluşlar. Her bir alan için başarıyla uygulanmış örnekleri, fırsatları ve zorlukları incelemektedir.



1. Sinyal işleme:

Elde taşınır ve giyilebilir cihazların çoğalması, son birkaç yılda insan sağlığına ilişkin verilerin katlanarak artmasına yol açtı. Geliştirilmiş işlem gücü ve sensör doğruluğunun yanı sıra bunlar, büyük veri uygulamaları için geniş bir kaynak sağlar.

İnme, kalp yetersizliği ve mortalite ile ilişkili olan atriyal fibrilasyon (AF) yaygın olarak görülmesine rağmen daha az teşhis edilmektedir. Yapay zekada sinyal işleme özellikle bu alanda yoğunlaşmaktadır. Geniş katılımlı yapılan çalışmalarda AF tanısını giyilebilir cihazlarla başarılı bir şekilde tespit edildiği gösterilmiştir. Ayrıca, EKG sinyallerinin ventriküler fibrilasyon ve ventriküler taşikardi tespiti için kullanıldığı ve bu alandaki algoritmaların önemli bir gelişme sağladığı belirtilmektedir.

Sinyal işleme algoritmaları ve ML tekniklerindeki büyük ilerlemelere rağmen, bu algoritmalar ile klinik uygulama arasında önemli bir kopukluk devam etmektedir. Sinyal işleme algoritmalarının uygulanmasına yönelik bazı zorlukların da göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamaktadır. Algoritmalar genellikle belirli bir eğitim setine dayanır ve bu setteki verilere göre öğrenirler bu yüzden farklı toplumlardaki başarısı düşebilir. Ticari olarak mevcut olan AI tabanlı cihazlar için sınırlı destekleyici kanıtlar mevcuttur. Kardiyolojik sinyallerin işlenmesi, hastaların özel sağlık bilgilerini içerir. Bu nedenle, veri gizliliği, hasta onayı, tıbbi etik kuralları ve hukuki düzenlemelere uyum gibi etik ve hukuki sorunlar dikkate alınmalıdır. Giyilebilir teknolojilerin klinik uygulamadaki kullanımının sağlık eşitsizliklerini artırıp artırmayacağı gibi etik sorunları da beraberinde getirebilir.

Sinyal işleme algoritmalarının uygulanmasıyla kardiyovasküler tıp pratiğinde önemli fırsatlar sunmaktadır. Geniş veri erişimi ile çeşitli hastalıkların tanı ve takibinde kullanılacak potansiyel bilgiler içermektedir. Ayrıca hastaya bireysel tedavi seçenekleri sunarak erken tanı ve tedaviye de yardım etmektedir. Sinyal işleme uygulamaları her ne kadar gelecek adına umut verici olsa da öncelikle zorlukları aşması ve etik ile ilgili standardizasyon oluşturması gerektiğine vurgu yapılmaktadır.

2. Görüntü işleme:

Yapay zeka (AI) ve makine öğrenimi (ML) teknolojilerinin kardiyoloji alanında görüntü işleme üzerindeki etkilerini ele almaktadır. Örnek uygulamalardan biri, ekokardiyografi için otolv yazılımıdır, bu yazılım biplane end-diastolik, end-sistolik, atım hacmi ve ejeksiyon fraksiyonu hesaplamalarını otomatik olarak gerçekleştirebilmektedir. Ayrıca, MRI ve CT gibi farklı görüntüleme modaliteleri için de AI/ML tabanlı uygulamaların geliştiği belirtilmiştir. Örneğin, Cardio DL yazılımı, sol ve sağ ventriküler hacim ölçümleri konusunda manuel ölçümlerle güçlü bir korelasyon göstermektedir. CT uygulamalarında, ML'nin fractional flow reserve (FFR) tahmininde önemli bir rol oynadığı ve bu sayede invaziv olmayan bir FFR tahmini yapılabildiği vurgulanmıştır. AI'nın, yapısal kalp hastalığı için pre-prosedür planlamada ve transcatheter aort kapağı implantasyonu gibi prosedürlerde otomatik cihaz boyutu seçiminde kullanılacağı belirtilmiştir.

Bu derleme aynı zamanda, model geliştirmenin zorluklarına da değinmiştir. Özellikle, uzmanlar arasında manuel ölçümlerde değişkenliklerin bulunması, model genelleme zorlukları ve algoritmaların sistemsel hatalarını tanımlamak için doğrulama

çalışmalarının önemi vurgulanmıştır.

3. Klinik risk sınıflandırılma:

Klinik risk sınıflandırmasında yapay zeka/makine öğrenimi, veri kısıtlamaları nedeniyle zorluklarla karşılaşmaktadır. Hassas hasta bilgilerini içeren veritabanları genellikle tamamen anonimleştirilemiyor, bu da sınırlı kamu veri tabanlarına yol açıyor. Bu durum, veri toplamanın maliyetli ve zaman alıcı olmasına neden oluyor. Ayrıca, tahmin modelleri yeni bilgilere dayalı olarak güncellenmeli ve gerçek zamanlı olarak doğrulanmalıdır. Bu nedenle, klinik risk tahmin aracının klinik pratiğe gerçekten entegre olabilmesi için doğrudan elektronik sağlık kayıtlarıyla bağlantılı olması gerekiyor.

Ancak, veri kısıtlama sorunlarını başarıyla aşan ve klinik pratiğe entegre olan tahmin araçlarının örnekleri de bulunmaktadır. Örneğin, Maine eyaletinde 1.5 milyonun üzerinde insanın verilerini içeren Maine Sağlık Bilgi Değişim ağı aracılığıyla elde edilen verilerle, Ye ve ekibi, XGBoost algoritmasını kullanarak bir hipertansiyon riski tahmin modeli geliştirmiş ve başarıyla doğrulamıştır.

Klinisyenler, risk faktörlerini patofizyolojik açıdan açıklanabilir bir şekilde işleyen oldukça şeffaf modelleri tercih etme eğilimindedir. Sonuç olarak, bazı başarılı örnekler bulunsa da, klinik risk sınıflandırmasında yapay zeka uygulamalarının genellikle şeffaflık ve veri kısıtlamaları gibi zorluklarla karşılaştığı belirtiliyor.

4. Doğal dil işleme:

Yapılandırılmış veri mevcut teknoloji ile kolayca soyutlanabilir ve analiz edilebilirken, Elektronik Sağlık Kayıtları'ndaki (ESK) önemli bilgiler içeren büyük miktardaki yapılandırılmamış veri genellikle erişilemez durumdadır. Doğal Dil İşleme (DDİ), bu verileri analiz etmek için bir strateji olarak kullanılabilir. Örneğin, Wang ve ark. ve Meystre ve ark. DDİ teknolojisinin kalp yetersizliği vakalarını bulma ve ilaçla ilgili bilgileri otomatik çıkarma gibi alanlarda nasıl kullanıldığını gösteren iki örnek sunmaktadır. Bu uygulamaların yanı sıra, DDİ'nin klinik pratiğinde sınırlı bir kullanımı olduğu ve genellikle araştırmalarda yapılandırılmış verilerin analizine destek sağladığı belirtilmektedir.

5. Temel klinik buluşlar:

Yapay zeka ve makine öğrenimi (AI/ML), klinik kardiyolojide önemli bir etki yaratmaktadır. Denetimsiz ML yöntemleri, benzer hastalardan oluşan bir grup içinde farklı klinik özelliklere sahip alt grupları tanımlamak için kullanılmıştır. Örneğin, kalp yetersizliği olan hastalarda korunmuş ejeksiyon fraksiyonu olanların içinde, farklı patofizyolojiye sahip üç farklı fenogrup belirlenmiştir. Bu fenogruplar, farklı tedavi rejimlerine farklı tepkiler gösterir.

Sonuç olarak, AI/ML, klinik kardiyolojide hasta gruplarını daha iyi anlamada, tedaviyi kişiselleştirmede, araştırmayı geliştirmede ve farklı veri kaynaklarını birleştirerek kardiyovasküler hastalıkların daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunan önemli bir araçtır.

AI/ML teknolojisi ile gelecekte öne çıkanlar:

Kardiyoloji alanında gelecekte etkili olabilecek ancak henüz uygulanmamış olan bazı umut verici AI/ML teknolojileri öne çıkıyor. Bu teknolojiler arasında, sanal ve artırılmış gerçeklik (VR/AR) ile daha etkileyici görüntüleme ve gelişmiş prosedür planlama, sesle kontrol edilebilen sanal asistanlar aracılığıyla gerçek zamanlı destek ve robot destekli cihazlarla daha karmaşık müdahaleler yer almaktadır. Bu teknolojilerin hala geliştirme aşamasında olduğu ve tam potansiyellerinin henüz ortaya çıkmadığı belirtilirken, uygulandıklarında kardiyoloji pratiğini derinlemesine etkileyebilecekleri vurgulanmaktadır.

Derleme hakkında yorum:

Genel olarak tıbbın yapay zeka konusundaki gelişmelerde diğer endüstrilere kıyasla hala geride olduğu belirtiliyor. Ancak, klinik kardiyolojide başarıyla uygulanan birkaç örneğin vurgulanması, bu alandaki gelişmelerin mümkün olduğunu gösteriyor. Yani, tıbbın genel durumu ne olursa olsun, kardiyolojideki başarı öyküleri, yapay zekanın bu alanda başarılı olabileceğini gösteriyor. Ancak, bu teknolojinin hastalar ve doktorlar için vaat ettiği avantajları gerçekleştirebilmesi için önemli zorlukların hala varlığını sürdürdüğü ve bu nedenle teknolojinin etkili bir şekilde uygulanmasına aktif bir şekilde odaklanılması gerektiği ifade ediliyor. Yani, yapay zeka tıp alanında daha fazla benimsenirse, bu potansiyel avantajları gerçekleştirebilmek için önemli adımlar atılması gerektiği belirtiliyor.

Kaynaklar

1. Quer G, Arnaout R, Henne M, Arnaout R. Machine learning and the future of cardiovascular care: JACC state-of-the-Art Review. J Am Coll Cardiol 2021;77(3):300–13.
2. Staerk L, Sherer JA, Ko D, Benjamin EJ, Helm RH. Atrial fibrillation: epidemiology, pathophysiology, and clinical outcomes. Circ Res 2017;120(9):1501–17.
3. Wang Y, Luo J, Hao S, Xu H, Shin AY, Jin B, et al. NLP based congestive heart failure case finding: a prospective analysis on statewide electronic medical records. Int J Med Inform 2015;84(12):1039–47.
4. Ye C, Fu T, Hao S, Zhang Y, Wang O, Jin B, et al. Prediction of incident hypertension within the next year: prospective study using statewide electronic health records and machine learning. J Med Internet Res 2018;20(1):e22.