ÖZET

TEŞHİS ve TEDAVİ AMAÇLI FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ROBOTLARI İÇİN YAPAY ZEKÂ TABANLI ALGORİTMA

Buluş, fizik tedavi ve rehabilitasyon robotlarının biyomekanik ölçümleri kullanarak hem teşhis ve hem de tedavi yapabilmesini sağlayan yapay zekâ tabanlı algoritma olup, özelliği sistemde veri iletişimini sağlayan, bu algoritma ile kontrol edilen robottan (2) ve sistemin içerdiği diğer çevre birimlerden aldığı bilgileri kullanarak eklem hareket açıklığı ve/veya kuvvet/tork eksiklik teşhisini yapan yönetim birimi olan merkezi işlem birimi (3) içermesidir.

İSTEMLER

1. Buluş, hastaların biyomekanik ölçümlerini kullanan teşhis ve tedavi amaçlı fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritma olup, özelliği; sistemde veri iletişimini sağlayan, robottan (2) ve sistemin içerdiği diğer çevre birimlerden aldığı bilgileri kullanarak eklem hareket açıklığı ve/veya kuvvet/tork eksiklik teşhisini yapan yönetim birimi olan merkezi işlem birimi (3) içermesidir.

2. Buluş, istem 1'e göre fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritma olup, özelliği; sistem kullanıcısı tarafından ilgili hastanın profil bilgileri ve/veya fiziksel bilgilerinin sisteme girildiği kullanıcı birimi (1) içermesidir.

3. Buluş, istem 2'ye göre fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritma olup, özelliği; sistemin teşhis işlemini gerçekleştirebilmesi için sisteme verisi girilen sağlıklı insanlara ait biyomekanik parametrelerin yer aldığı sağlıklı insan veri tabanı (4) içermesidir.

4. Buluş, istem 3'e göre fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritma olup, özelliği; sağlıklı insan veri tabanındaki (4) bağımlı değişkenler üzerinde etkili olan bağımsız değişkenleri belirleyen korelasyon analizi ünitesi (5) içermesidir.

5. Buluş, istem 4'e göre fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritma olup, özelliği; korelasyon analizi ünitesinden (5) gönderilen seçilmiş bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki matematiksel ilişkiyi kuran denklemlerin katsayılarının yer aldığı katsayılar matrisini hesaplayan regresyon analizi ünitesi (6) içermesidir.

6. Buluş, istem 5'e göre fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritma olup, özelliği; merkezi işlem biriminden (3) gelen hasta profil bilgileri ve/veya fiziksel bilgilerini ve regresyon analizi ünitesinden (6) gelen katsayılar matrisini kullanarak istenen biyomekanik parametreleri belirleyen biyomekanik parametre çıkarım ünitesi (7) içermesidir.

7. Buluş, istem 6'ya göre fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritma olup, özelliği; merkezi işlem birimi (3) tarafından teşhis edilen kuvvet/tork & EHA eksiklik yüzdeleri ve biyomekanik ölçümlerine göre egzersiz tipi ve parametrelerini belirleyen,

egzersiz türlerinin ve bu egzersizlerin hangi durumlarda uygulanacağının bilgisinin yer aldığı terapatik egzersiz veri tabanı (8) içermesidir.

8. Buluş, istem 7'ye göre fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritma olup, özelliği; her bir sette uygulanması gereken eklem hareket açıklığı ve kuvvet değerlerinin yer aldığı terapatik egzersiz veri tabanı (8) içermesidir.

9. Buluş, istem 7'ye göre fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritma olup, özelliği; egzersiz türü ve parametrelerine göre uygun kontrolcüyü seçip gerekli tork değerlerini hesaplayarak motor sürücülerine gönderen konvansiyonel kontrolör (9) içermesidir.

10. Buluş, istem 8'e göre fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritma olup, özelliği; sistemin bahsedilen birimlerinde yer alan tüm verilerin tutulduğu, internet üzerinden erişilebilen bulut veri tabanı (11) içermesidir.

11. Buluş, istem 9'a göre fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritma olup, özelliği; hasta, uzman ve robot arasındaki iletişimi gerçekleştirmek üzere mobil uygulama (10) içermesidir.

12. Buluş, sistemde veri iletişimini sağlayan, robottan (2) ve sistemin içerdiği diğer çevre birimlerden aldığı bilgileri kullanarak eklem hareket açıklığı ve/veya kuvvet/tork eksiklik teşhisini yapan yönetim birimi olan merkezi işlem birimi (3), sistem kullanıcısı tarafından ilgili hastanın profil bilgileri ve/veya fiziksel bilgilerinin sisteme girildiği kullanıcı birimi (1), sistemin teşhis işlemini gerçekleştirebilmesi için sisteme verisi girilen sağlıklı insanlara ait biyomekanik parametrelerin yer aldığı sağlıklı insan veri tabanı (4), sağlıklı insan veri tabanındaki (4) bağımlı değişkenler üzerinde etkili olan bağımsız değişkenleri belirleyen korelasyon analizi ünitesi (5), korelasyon analizi ünitesinden (5) gönderilen seçilmiş bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki matematiksel ilişkiyi kuran denklemlerin katsayılarının yer aldığı katsayılar matrisini hesaplayan regresyon analizi ünitesi (6), merkezi işlem biriminden (3) gelen hasta profil bilgileri ve/veya fiziksel bilgilerini ve regresyon analizi ünitesinden (6) gelen katsayılar matrisini kullanarak istenen biyomekanik parametreleri belirleyen biyomekanik parametre çıkarım ünitesi (7), merkezi işlem birimi (3) tarafından teşhis edilen kuvvet/tork & EHA eksiklik yüzdeleri ve biyomekanik ölçümlerine göre egzersiz tipi ve parametrelerini belirleyen, egzersiz türlerinin ve bu egzersizlerin hangi durumlarda uygulanacağının bilgisinin yer aldığı terapatik egzersiz veri tabanı (8), egzersiz türü ve

parametrelerine göre uygun kontrolcüyü seçip gerekli tork değerlerini hesaplayarak motor sürücülerine gönderen konvansiyonel kontrolör (9), hasta, uzman ve robot arasındaki iletişimi gerçekleştirmek üzere mobil uygulama (10) içeren hastaların biyomekanik ölçümlerini kullanan teşhis ve tedavi amaçlı fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritmanın çalışma yöntemi olup, özelliği;

- sistem kullanıcısı tarafından kullanıcı birimine (1) girilen hasta bilgilerinin ve robot (2) manipülatörler ile yapılan pozisyon ve kuvvet verisine ilişkin biyomekanik ölçümlerin merkezi işlem birimi (3) tarafından alınması,
- sağlıklı insan veri tabanındaki (4) bağımlı değişkenlerin korelasyon analizi ünitesine (5) gönderilmesi, korelasyon analizi yapılarak bağımlı değişkenler üzerinde etkili olan bağımsız değişkenlerin belirlenmesi ve regresyon analizi ünitesine (6) gönderilmesi,
- regresyon analizi ünitesi (6) tarafından, seçilmiş bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi kuran kısmi regresyon katsayılarından oluşan katsayılar matrisinin hesaplanarak biyomekanik parametre çıkarım ünitesine (7) gönderilmesi,
- biyomekanik parametre çıkarım ünitesinin (7), merkezi işlem biriminden (3) gelen bahsedilen hasta bilgilerini ve regresyon analizi ünitesinden (6) gelen katsayılar matrisini kullanarak normalde olması gereken, istenen kuvvet/tork & EHA eksiklik yüzdeleri ve biyomekanik ölçümleri belirlemesi ve merkezi işlem birimine (3) göndermesi,
- merkezi işlem biriminin (3) biyomekanik parametre çıkarım ünitesinden (7) aldığı bahsedilen istenen biyomekanik parametre değerlerinden hastanın robot (2) tarafından ölçülen biyomekanik ölçüm değerlerini çıkararak biyomekanik parametrelerinin eksiklik yüzdelerini teşhis etmesi işlem adımlarını içermesidir.

13. Buluş, istem 12'ye göre fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritmanın çalışma yöntemi olup, özelliği;

- merkezi işlem biriminin (3) teşhis ettiği kuvvet/tork & EHA eksiklik yüzdeleri ve biyomekanik ölçümleri terapatik egzersiz veri tabanına (8) göndermesi,
- terapatik egzersiz veri tabanında (8) eksiklik yüzdelerine ve biyomekanik ölçümlere göre uygulanması gereken egzersiz tipinin ve hasta ölçümlerine göre egzersiz parametrelerinin belirlenmesi,
- merkezi işlem biriminin (3) terapatik egzersiz veri tabanından (8) uygulanması gereken egzersiz tipi ve parametrelerin bilgisini alarak, egzersiz önerilerini hasta bilgileri ile birlikte bulut veri tabanı (11) üzerinden mobil uygulama (10) aracılığı ile uzmana göndermesi işlem adımlarını içermesidir.

14. Buluş, istem 13'e göre fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritmanın çalışma yöntemi olup, özelliği;

— uzmanın egzersiz tipi ve parametre önerilerini hasta bilgileri ile birlikte incelemesinin ardından mobil uygulama (10) aracılığı ile merkezi işlem birimine (3) bu önerilere ilişkin onay, ret veya düzeltme göndermesi işlem adımını içermesidir.

15. Buluş, istem 14'e göre fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritmanın çalışma yöntemi olup, özelliği;

— merkezi işlem biriminin (3) uzmandan aldığı onay veya düzeltme içeren egzersiz bilgilerini konvansiyonel kontrolöre (9) iletmesi,

— onay veya düzeltmelere göre konvansiyonel kontrolörde (9) bulunan uygun kontrol yöntemini seçerek gerekli motor tork değerinin hesaplanması ve motor sürücülere gönderilmesi işlem adımlarını içermesidir.

16. Buluş, istem 15'e göre fizik tedavi ve rehabilitasyon robotları (2) için bir yapay zekâ tabanlı algoritmanın çalışma yöntemi olup, özelliği; egzersiz yöntemi ve parametrelerine göre motor kontrol işaretlerinin konvansiyonel kontrolör (9) tarafından robota (2) gönderilmesi işlem adımını içermesidir.

TARİFNAME

TEŞHİS ve TEDAVİ AMAÇLI FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ROBOTLARI İÇİN YAPAY ZEKÂ TABANLI ALGORİTMA

Teknik Alan

Buluş, fizik tedavi ve rehabilitasyon robotlarının hem teşhis ve hem de tedavi yapabilmesi için geliştirilen yapay zekâ tabanlı algoritma ile ilgilidir.

Önceki Teknik

Robotik rehabilitasyonunda kullanılmakta olan sistemler büyük oranda tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Klinikte yapılan geleneksel teşhis yönteminde hastanın eklem hareket açıklıkları gönye (gonyometre) ile, sıkma kuvveti ise dinamometre ile ölçülmektedir. Eklem kuvvet ve torkları ise ölçülmemektedir. Teşhis aşamasında biyomekanik parametrelerin (eklem hareket açıklıkları ve eklem kuvvet/torkları) tam olarak ölçülememesi doktorların yaşadığı zorluklardandır. Bu durum tedavi sürecinin kaydı ve hastanın gelişiminin takibi açısından da problem teşkil etmektedir. Ayrıca doktorların günlük hasta kabul sayıları sınırlı olması ve nüfus yoğunluğuna bağlı olarak hastalara günler sonrasına randevu verilmektedir. Tedavinin uzun süreli ve maliyetli olması, hastaların tedavi merkezlerine ulaşma zorlukları, fizyoterapistlerin el ile yapmış oldukları tekrarlı hareketler içeren egzersizlerde aynı koşulları sağlayamamaları diğer problemler arasında sayılabilir.

Yapay zekâ tabanlı teknolojilerin yaşamımızda tüm alanlara girdiği düşünüldüğünde, fizik tedavi ve rehabilitasyonda teşhis ve tedavi amacı ile geliştirilmiş yapay zekâ tabanlı bir sistemin varlığı hem teknolojik gelişime katkıda bulunacak hem de doktor ve fizyoterapistlerin iş yükünü azaltacaktır. Bilinen teknikte fizik tedavide tanı amacı ile geliştirilen kimi robotlar bulunmaktadır.

CN106806996 sayılı ve “Diagnosis and treatment integrated laser physiotherapy intelligent robot and control method” başlıklı Çin patent başvurusuna konu buluş, bir lazer tedavi modülü, bir robot modülü, bir yardımcı analiz modülü ve bir merkezi kontrol modülü içeren teşhis ve tedavi için bir entegre lazer fizyoterapi akıllı robotu olup; robot modülü, birbirine bağlı bir robot kol ünitesi, bir kol beş eksenli hareket ünitesi ve robot kontrol ünitesi içerir. Buluşta bahsedilen tıbbi teşhis sistemi, bir tıbbi kızılötesi termal görüntüleme cihazı, bir sıcaklık grafik görüntüleme sistemi ve

analiz yazılımından oluşur. Kızılötesi termal görüntüleme cihazı insan vücudunun kısmi bir fotoğrafını çekebilir, bir sıcaklık alanı resmi oluşturur, ekran boyunca gösterilir ve entegre analiz yazılımı vasıtasıyla insan vücudunun sıcak noktasını veya anormal iltihap sıcak alanını bulabilir.

CN108091392 sayılı ve "A diagnosis and treatment-integrated physiotherapy device" başlıklı Çin patent başvurusuna konu buluş, teşhis ve tedavi için entegre bir fizik tedavi cihazı olup, insan vücudu doku görüntüsünü analiz etmek ve bir teşhis sonucu ve bir tedavi planı oluşturmak üzere yapılandırılan; ana kontrol sistemi, insan vücudunun doku görüntülerini toplamak için bir görüntü yakalama sistemi ve bu sistemin verileri ilettiği, tedavi planına karşılık gelen bir fizyoterapi faktörünün üretilmesi ve insan dokusu üzerinde harekete geçirilmesi için bir fiziksel faktör çıktı kontrol sistemi içermektedir. Bahsedilen görüntü edinme sistemi, bir görünür ışık görüntü alma cihazını ve bir kızılötesi görüntü yakalama cihazını içerir.

Buluşun Kısa Tanımı

Buluş ile klinikte yapılan geleneksel teşhis yönteminden farklı olarak, uzuvlardaki kuvvet ve eklem hareket açıklığı eksiklik derecelerinin teşhisi ve egzersiz yöntem ve parametrelerinin belirlenebilmesi için, bilgi ve kural tabanlı olarak çalışan, istatistiksel tekniklerin kullanıldığı, yapay zekâ tabanlı bir zeki kontrol yapısı geliştirilmiştir. Bu yapı ile eklem hareket açıklığı ve eklem kuvvet değerlerinin ölçümü tam olarak ve kesin doğrulukta yapılmaktadır. Yapılan ölçümlere ve hastanın fiziksel ve kişisel özelliklerine göre; özgün değer taşıyan sağlıklı insan veri tabanı, korelasyon analizi ünitesi, regresyon analizi ünitesi ve biyomekanik parametre çıkarım ünitesi yardımıyla hareket açıklığı ve kuvvet değerlerindeki eksiklikler belirlenmektedir. Bu eksiklikler ve hasta biyomekanik ölçümleri kullanılarak yine özgün olarak geliştirilen terapatik egzersiz veri tabanı yardımıyla egzersiz tipi ve egzersiz parametreleri belirlenmektedir. Belirlenen bu egzersiz bilgileri mobil uygulama üzerinden uzmanlara gönderilmektedir. Böylelikle sistem, tüm ölçüm ve karar verme süreçlerini gerçekleştirmektedir.

Buluş konusu olan yöntem alt ve üst uzuv rehabilitasyonunda geliştirilen yeni veya hâlihazırda var olan robotik sistemlere uygulanabilecektir.

Buluşun Açıklaması

Buluşun amacı fizik tedavi ve rehabilitasyonda teşhiste bulunmak ve teşhisin yanı sıra egzersiz yöntem ve parametrelerini belirlemek üzere biyomekanik parametreleri kullanan, bilgi ve kural

tabanlı olarak çalışan, istatistiksel tekniklerin kullanıldığı, yapay zekâ tabanlı bir algoritmanın oluşturulmasıdır.

Yukarıda belirtilen amaç doğrultusunda buluşun diğer bir amacı belirlenen bu egzersiz bilgilerinin uzmanlara gönderilmek üzere bir mobil uygulamanın oluşturulmasıdır.

Şekillerin Açıklaması

Şekil 1: Sistemin blok diyagramı

Referans Numaralarının Açıklaması

1. Kullanıcı bilgileri
2. Robot
3. Merkezi işlem birimi
4. Sağlıklı İnsan veri tabanı
5. Korelasyon analiz ünitesi
6. Regresyon analiz ünitesi
7. Biyomekanik parametre çıkarım ünitesi
8. Terapatik egzersiz veri tabanı
9. Konvansiyonel kontrolör
10. Mobil uygulama
11. Bulut veri tabanı

Buluş, fizik tedavi ve rehabilitasyonda teşhiste bulunmak ve egzersiz yöntem ve parametrelerini belirlemek üzere biyomekanik parametrelerin ölçülmesini sağlayan bilgi ve kural tabanlı olarak çalışan, istatistiksel tekniklerin kullanıldığı, yapay zekâ tabanlı bir sistem olup, merkezi işlem birimi (3), robot (2), kullanıcı birimi (1), sağlıklı insan veri tabanı (4), korelasyon analizi (5), regresyon analizi (6), biyomekanik parametre çıkarım ünitesi (7), terapatik egzersiz veri tabanı (8), konvansiyonel kontrolör (9), mobil uygulama (10) ve bulut veri tabanı (11) birimlerini içermektedir.

Kullanıcı birimi (1), sistem kullanıcısı tarafından ilgili hastanın; ad-soyad, cinsiyet, yaş, boy, kilo, uzuv ölçüleri gibi bilgilerinin sisteme girildiği birimdir. Robot (2) birimi ise hastaların biyomekanik ölçümlerini yapan birimdir. Buradaki biyomekanik ölçümler; sıkma kuvveti, fleksiyon eklem hareket açıklığı ve eklem kuvveti, ekstansiyon eklem hareket açıklığı ve eklem kuvveti, ulnar deviasyon eklem hareket açıklığı ve eklem kuvveti, radyal deviasyon eklem hareket

açıklığı ve eklem kuvveti, pronasyon eklem hareket açıklığı ve eklem torku, supinasyon eklem hareket açıklığı ve eklem torkudur.

Merkezi işlem birimi (3), sistemde veri iletişimini sağlayan, sistem biyomekanik parametre çıkarım ünitesinden (7) aldığı bilgileri kullanarak eklem hareket açıklığı ve kuvvet/tork eksiklik teşhisini yapan yönetim birimidir.
Sağlıklı insan veri tabanı (4) sistemin teşhis işlemini gerçekleştirebilmesi için sisteme verisi girilen, sağlıklı insanlara ait biyomekanik parametrelerinin yer aldığı veri tabanıdır.

Korelasyon analizi ünitesi (5), sağlıklı insan veri tabanındaki (4) bağımlı değişkenler üzerinde etkili olan bağımsız değişkenleri belirleyerek regresyon analizi ünitesine (6) gönderen birimdir. Burada yapılan korelasyon analizi sonucunda, bağımlı değişkenler üzerinde yüksek ve çok yüksek korelasyona sahip bağımsız değişkenler belirlenmektedir. Örneğin, fleksiyon kuvveti ile kol çevresi ölçüsünün korelasyon katsayısının 0,8 olması aralarında yüksek korelasyon olduğunu gösterir. Bu durumda, bağımsız değişken olan kol çevresi ölçüsü regresyon analizi ünitesine (6) gönderilir.

Regresyon analizi ünitesi (6), katsayılar matrisini oluşturan birimdir. Bu matrisin satır sayısı hareket tipleri ile, sütun sayısı ise bağımsız değişken sayısı ile ilgilidir. Korelasyon analizi ünitesinden (5) gönderilen seçilmiş bağımsız değişkenler ile altı bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi kuran kısmi regresyon katsayılarından oluşan katsayılar matrisini hesaplayarak biyomekanik parametre çıkarım ünitesine (7) gönderir. Buradaki bağımsız değişkenlerin sayısını korelasyon analizi ünitesi (5) aralarında yüksek korelasyon bulunan değişkenlere göre belirlemektedir.

Biyomekanik parametre çıkarım ünitesi (7), merkezi işlem biriminden (3) gelen hasta fiziksel özellikleri ve regresyon analizi ünitesinden (6) gelen katsayılar matrisini kullanarak istenen biyomekanik parametre değerlerini belirleyen birimdir.

Terapatik egzersiz veri tabanı (8), egzersiz türlerinin ve bu egzersizlerin hangi durumlarda uygulanacağının bilgisi ile her bir sette uygulanması gereken eklem hareket açıklığı ve kuvvet değerlerinin yer aldığı birimdir. Bu ünitenin görevi, eksiklik yüzdeleri ve hasta biyomekanik ölçümlerine göre egzersiz tipi ve parametrelerini belirlemektir. Örneğin, fleksiyon yönünde eklem hareket açıklığı eksikliği %100 olan bir hastaya 80° eklem hareket açıklığı ile pasif egzersiz önerilebilmektedir.

Konvansiyonel kontrolör (9), merkezi işlem biriminden (3) gelen egzersiz türü ve parametrelerine göre uygun kontrolcüyü seçip gerekli tork değerlerini hesaplayarak motor sürücülerine gönderen birimdir.

Bulut veri tabanı (11), sistemin bahsedilen birimlerinde yer alan tüm verilerin tutulduğu, internet üzerinden erişilebilen veri tabanıdır.

Mobil uygulama (10) hasta, uzman ve robot arasındaki iletişimi gerçekleştirmektedir.

Buluş konusu sistemin birimleri arasındaki veri akışında, öncelikle sistem kullanıcısı tarafından kullanıcı birimine (1) girilen profil ve/veya fiziksel bilgilerden oluşan hasta bilgileri ve robot (2) manipülatörler ile yapılan pozisyon & kuvvet verisi gibi biyomekanik ölçümler merkezi işlem birimine (3) aktarılmaktadır. Merkezi işlem birimi (3) üzerinden sağlıklı insan veri tabanına (4) sağlıklı insan verileri girilmektedir.

Sağlıklı insan veri tabanındaki (4) bağımlı değişkenler korelasyon analizi ünitesine (5) gönderilir, burada korelasyon analizi yapılarak bağımlı değişkenler üzerinde etkili olan bağımsız değişkenler belirlenir. Belirlenen bağımsız değişkenler, regresyon analizi ünitesine (6) gönderilir.

Regresyon analizi ünitesi (6) katsayılar matrisini oluşturan birimdir. Korelasyon analizi ünitesinden (5) gönderilen seçilmiş bağımsız değişkenler ile altı bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi kuran kısmi regresyon katsayılarından oluşan katsayılar matrisini hesaplayarak biyomekanik parametre çıkarım ünitesine (7) gönderir.

Biyomekanik parametre çıkarım ünitesi (7), merkezi işlem biriminden (3) gelen hasta fiziksel özellikleri ve regresyon analizi ünitesinden (6) gelen katsayılar matrisini kullanarak istenen biyomekanik parametreleri belirleyen birimdir.

Merkezi işlem birimi (3) kullanıcı tarafından girilen hasta bilgilerini (cinsiyet, yaş, boy & kilo, uzuv ölçüleri vb.) biyomekanik parametre çıkarım ünitesine (7) göndermekte ve biyomekanik parametre çıkarım ünitesinden (7) gelen, istenen eklem hareket açıklığı ve kuvvet/tork bilgilerini almaktadır.

Merkezi işlem birimi (3) istenen eklem hareket açıklığı ve kuvvet/tork değerlerinden hastanın değerlerini çıkararak ve eklem hareket açıklığı ve kuvvet/tork eksiklik yüzdelerini teşhis etmektedir. Teşhis ettiği kuvvet & EHA eksiklik yüzdeleri ve biyomekanik ölçümleri terapatik egzersiz veri tabanına (8) gönderir ve buradan uygulanması gereken egzersiz tipi ve parametrelerin

bilgisini alarak, egzersiz önerilerini hasta bilgileri ile birlikte bulut veri tabanı (11) üzerinden mobil uygulama (10) aracılığı ile uzmanlara gönderir.

Uzmanlar gerekli incelemenin ardından mobil uygulama (10) aracılığı ile merkezi işlem birimine (3) egzersiz önerilerine ilişkin onay, ret veya düzeltme gönderebilirler. Merkezi işlem birimi (3) aldığı ret yiyen veya düzeltme içeren egzersiz bilgilerini konvansiyonel kontrolöre (9) iletir. Merkezi işlemci (3) konvansiyonel kontrolörde (9) bulunan uygun kontrol yöntemini seçerek gerekli motor tork değerini hesaplar ve motor sürücülerine gönderir.

Buluş konusu sistem, hastanın normalde olması gereken biyomekanik değerlerine göre kuvvet & EHA eksiklik yüzdeleri ve biyomekanik ölçümlerinin teşhisi için, şekil.1'de sistemin blok diyagramında görüldüğü üzere; kullanıcıdan hasta bilgilerinin alınarak merkezi işlem birimine (3) girilmesi, robot (2) aracılığı ile hastanın biyomekanik parametrelerinin ölçülmesi (pozisyon ve kuvvet verisi) ve merkezi işlem birimine (3) girilmesi, hasta bilgilerinin (cinsiyet, yaş, boy & kilo, uzuv ölçüleri) biyomekanik parametre çıkarım ünitesine (7) gönderilmesi, sağlıklı insan veri tabanından (4) bulunan bilgilerin korelasyon analizi ünitesine (5) gönderilerek, korelasyon analizi yapılması ile bağımlı değişkenler üzerinde etkili olan bağımsız değişkenlerin belirlenmesi, belirlenen bağımsız değişkenlerin regresyon analizi ünitesi (6) gönderilmesi ve regresyon analizi yapılarak denklem katsayılarının belirlenerek biyomekanik parametre çıkarım ünitesine (7) gönderilmesi, biyomekanik parametre çıkarım ünitesi (7) tarafından denklem katsayıları ve hasta bilgileri kullanılarak normalde olması gereken biyomekanik değerlerin belirlenmesi ve merkezi işlem birimine (3) gönderilmesi, merkezi işlem biriminde (3) robot (2) ile yapılan ölçümler ve biyomekanik parametre çıkarım ünitesinden (7) gelen değerlerin karşılaştırılması ve hasta biyomekanik parametrelerin eksiklik yüzdelerinin belirlenmesi işlem adımlarını içermektedir.

Buluş konusu sistem, hastanın teşhis edilen kuvvet & EHA eksiklik yüzdeleri ve biyomekanik ölçümlerine uygun terapatik egzersiz tipi ve parametrelerini belirlemek ve uzmanlara iletmek üzere; merkezi işlem biriminin (3) hastanın biyomekanik ölçümlerinin ve eksiklik yüzdelerinin terapatik egzersiz veri tabanına (8) göndermesi, terapatik egzersiz veri tabanı (8) tarafından, eksiklik yüzdelerine göre uygulanması gereken egzersizlerin ve hasta ölçümlerine göre de egzersiz parametrelerinin belirlenerek merkezi işlem birimine (3) gönderilmesi, merkezi işlem birimi (3) tarafından egzersiz yönteminin ve parametrelerinin isteğe bağlı olarak mobil uygulama (10) üzerinden uzmana gönderilmesi, merkezi işlem birimi (3) tarafından egzersiz yöntemi ve parametrelerine göre motor kontrol işaretlerinin konvansiyonel kontrolör (9) tarafından robota (2) gönderilmesi, merkezi işlem birimi (3) tarafından egzersiz yöntemi ve parametrelerine göre motor

kontrol işaretlerini konvansiyonel kontrolör (9) aracılığı ile robota (2) gönderilmesi işlem adımlarını içermesidir.

Buluşun Detaylı Anlatımı

Buluş, fizik tedavi ve rehabilitasyon robotlarının biyomekanik ölçümleri kullanarak hem teşhis ve hem de tedavi yapabilmesini sağlayan yapay zekâ tabanlı algoritma olup, sistemde veri iletişimini sağlayan, bu algoritma ile kontrol edilen robottan (2) ve sistemin içerdiği diğer çevre birimlerden aldığı bilgileri kullanarak eklem hareket açıklığı ve/veya kuvvet/tork eksiklik teşhisini yapan yönetim birimi olan merkezi işlem birimi (3) içermektedir.

Buluşta sistem kullanıcısı tarafından ilgili hastanın profil bilgileri ve/veya fiziksel bilgileri kullanıcı birimi (1) üzerinden sisteme girilmektedir.

Sistemin teşhis işlemini gerçekleştirebilmesi için kullanılan, sağlıklı insanlara ait biyomekanik parametrelerin girilmesi için sağlıklı insan veri tabanı (4) bulunmaktadır.

Buluş konusu sistem sağlıklı insan veri tabanındaki (4) bağımlı değişkenler üzerinde etkili olan bağımsız değişkenleri belirleyen korelasyon analizi ünitesi (5) ve korelasyon analizi ünitesinden (5) gönderilen seçilmiş bağımsız değişkenler ile altı bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi kuran kısmi regresyon katsayılarından oluşan katsayılar matrisini bir programlama dili ile hesaplayan regresyon analizi ünitesi (6) içermektedir.

Sistemde bahsedilen regresyon analizi ünitesi (6) tarafından hesaplanan katsayılar matrisinin gönderildiği, merkezi işlem biriminden (3) gelen hasta fiziksel özellikleri ve regresyon analizi ünitesinden (6) gelen katsayılar matrisini kullanarak istenen biyomekanik parametreleri biyomekanik parametre çıkarım ünitesi (7) belirlemektedir.

Buluşta, merkezi işlem birimi (3) eklem hareket açıklığı ve/veya kuvvet/tork eksiklik teşhisinin yanı sıra egzersiz yöntem ve parametrelerini belirlemek üzere veri tabanları arası akışa sahiptir.

Buluşta, terapatik egzersiz veri tabanı (8), egzersiz türlerinin ve bu egzersizlerin hangi durumlarda uygulanacağının bilgisi ile her bir sette uygulanması gereken eklem hareket açıklığı ve kuvvet değerlerinin yer aldığı birimdir. Bu ünitenin görevi, eksiklik yüzdeleri ve hasta biyomekanik ölçümlerine göre egzersiz tipi ve parametrelerini belirlemektir.

Konvansiyonel kontrolör (9), merkezi işlem biriminden (3) gelen egzersiz türü ve parametrelerine göre uygun kontrolcüyü seçip gerekli tork değerlerini hesaplayarak motor sürücülerine gönderen birimdir.

Buluşta, sistemin bahsedilen birimlerinde yer alan tüm verilerin tutulduğu, internet üzerinden erişilebilen veri tabanı olarak bulut veri tabanı (11) yer almaktadır.

Buluş konusu algoritmada; hasta, uzman ve robot arasındaki iletişim mobil uygulama (10) aracılığı ile gerçekleşmektedir.

Buluş konusu sistemin birimleri arasındaki veri akışında, öncelikle sistem kullanıcısı tarafından kullanıcı birimine (1) girilen hasta bilgileri ve robot (2) manipülatörler ile yapılan pozisyon & kuvvet verisi gibi biyomekanik ölçümler merkezi işlem birimine (3) aktarılmaktadır. Merkezi işlem birimi (3) üzerinden sağlıklı insan veri tabanına (4) sağlıklı insan verileri girilmektedir.

Sağlıklı insan veri tabanındaki (4) bağımlı değişkenler korelasyon analizi ünitesine (5) gönderilir, burada korelasyon analizi yapılarak bağımlı değişkenler üzerinde etkili olan bağımsız değişkenler belirlenir. Belirlenen bağımsız değişkenler, regresyon analizi ünitesine (6) gönderilir.

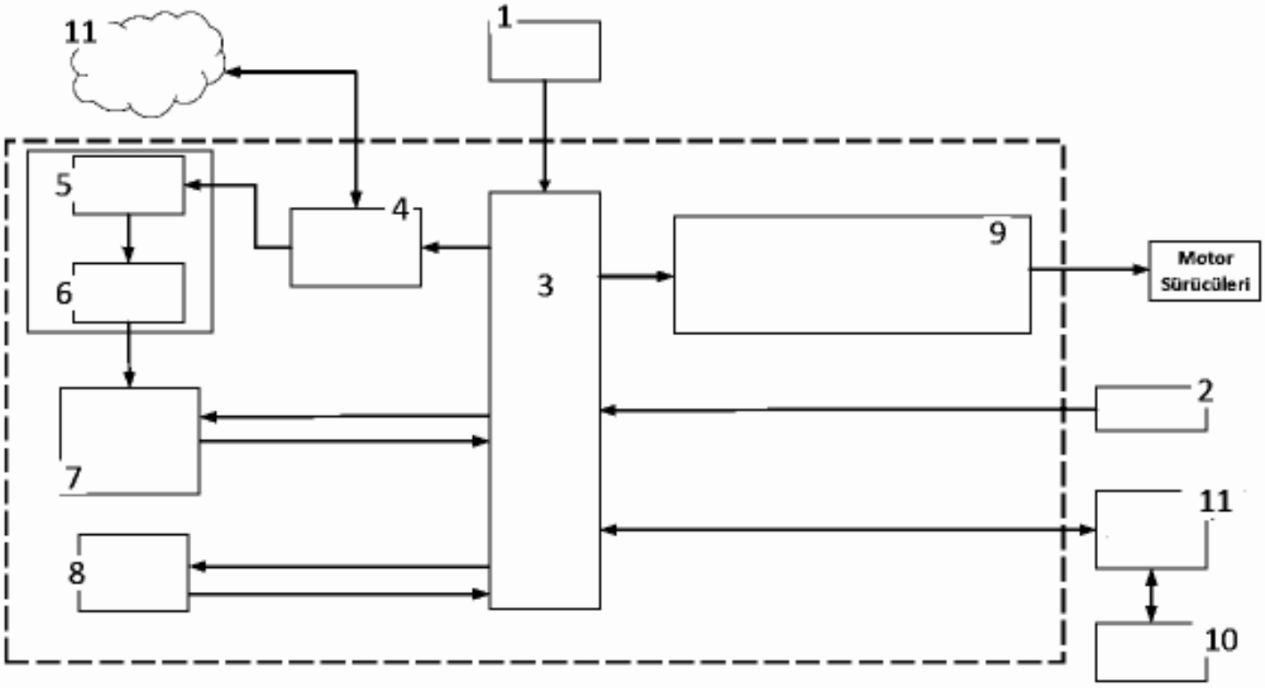
Regresyon analizi ünitesi (6) katsayılar matrisini oluşturan birimdir. Korelasyon analizi ünitesinden (5) gönderilen seçilmiş bağımsız değişkenler ile altı bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi kuran kısmi regresyon katsayılarından oluşan katsayılar matrisini bir programlama dili ile hesaplayarak biyomekanik parametre çıkarım ünitesine (7) gönderir.

Biyomekanik parametre çıkarım ünitesi (7), merkezi işlem biriminden (3) gelen hasta bilgilerini (cinsiyet, yaş, boy & kilo, uzuv ölçüleri vb.) ve regresyon analizi ünitesinden (6) gelen katsayılar matrisini kullanarak normalde olması gereken, istenen kuvvet & EHA eksiklik yüzdeleri ve biyomekanik ölçümleri belirler ve merkezi işlem birimine (3) gönderir.

Merkezi işlem birimi (3) biyomekanik parametre çıkarım ünitesinden (7) aldığı bahsedilen istenen biyomekanik parametre değerlerinden hastanın robot (2) tarafından ölçülen biyomekanik ölçüm değerlerini çıkararak biyomekanik parametrelerinin eksiklik yüzdelerini teşhis eder.

Teşhis ettiği kuvvet & EHA eksiklik yüzdeleri ve biyomekanik ölçümleri terapatik egzersiz veri tabanına (8) gönderir. Terapatik egzersiz veri tabanına (8) uygulanması gereken egzersiz tipi ve parametreleri belirler ve merkezi işlem birimine (3) iletir. Merkezi işlem birimi (3) egzersiz önerilerini hasta bilgileri ile birlikte bulut veri tabanı (11) üzerinden mobil uygulama (10) aracılığı ile uzman ya da uzmanlara gönderir.

Uzmanlar egzersiz tipi ve parametre önerilerini hasta bilgileri ile birlikte inceler ve incelemenin ardından mobil uygulama (10) aracılığı ile merkezi işlem birimine (3) egzersiz önerilerine ilişkin onay, ret veya düzeltme gönderebilirler. Merkezi işlem birimi (3) aldığı onay veya düzeltme içeren egzersiz bilgilerini konvansiyonel kontrolöre (9) iletir. Merkezi işlemci (3) onay veya düzeltmelere göre konvansiyonel kontrolörde (9) bulunan uygun kontrol yöntemini seçerek gerekli motor tork değerini hesaplar ve motor sürücülerine gönderir. Konvansiyonel kontrolör (9) egzersiz yöntemi ve parametrelerine göre motor kontrol işaretlerini robota (2) gönderir.



Şekil.1