



Nörobilim ve Nöroteknoloji

UĞUR HALICI

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Nörobilim ve Nöroteknoloji EABD
Orta Doğu Teknik Üniversitesi

sunum sirasi

- ODTÜ-HÜ NSNT programı
- Nörobilim
- Nöroteknoloji /Nöral Mühendislik
- Nöroteknoloji araştırma alanları

METU-HÜ NSNT doktora programı

Nörobilim ve Nöroteknoloji Doktora Programı, temel/klinik nörolojik bilimler ve ilgili teknolojiler arasında bütünleşik araştırma yapılmasını sağlamak üzere

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü ve **Hacettepe Üniversitesi**, Nörolojik Bilimler ve Psikiyatri Enstitüsü

birlikteliğiyle Ağustos 2014'de kurulmuştur.

<http://nsnt.metu.edu.tr/>

ODTÜ-HÜ NSNT akademik üyeler

Hacettepe Üniversitesi

Turgay Dalkara, HÜ. Tıp Fakültesi, Nöroloji

Bülent Elibol, HÜ. Tıp Fakültesi, Nöroloji

Emine Eren Koçak, HÜ. NBPE Klinik Nörolojik Bilimler

Aygün Ertuğrul, HÜ. Tıp Fakültesi, Akıl Sağlığı

Hülya Karataş Kurşun, HÜ. Tıp Fakültesi, Dept. of Neurology

Esen Saka Topçuoğlu, HÜ. Tıp Fakültesi, Dept. of Neurology.

M. Kazım Yazıcı, HÜ. Tıp Fakültesi, Akıl Sağlığı

Elif Barışkın (Kabakcı), HÜ. Tıp Fakültesi, Akıl Sağlığı

Müge Yemişçi Özkan, HÜ. NBPE Nörolojik Bilimler ve Psikiyatri

ODTÜ-HÜ NSNT akademik üyeler

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Uğur Halıcı, ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği

Aydın Alatan, ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği

Barış Bayram, ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği

Alpan Bek, ODTÜ Fizik Bölümü

Gözde Bozdağı Akar, ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği

Kürşat Çağıltay, ODTÜ Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi

Tolga Çiloğlu, ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği

Ewa Doğru, , ODTÜ Biyolojik Bilimler

Aydan Erkmen, ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği

Nevzat Gençer, ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği

Senih Gürses, ODTÜ Mühendislik Bilimleri

Sinan Kalkan, ODTÜ Bilgisayar Mühendisliği

Bülent Karasözen, ODTÜ Matematik

ODTÜ-HÜ NSNT akademik üyeler

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Mustafa Kuzuoğlu, ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği

Kemal Leblebicioğlu, ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği

Hüseyin Avni Öktem, ODTÜ Biyolojik Bilimler

Can Özen, ODTÜ Biyoteknoloji

Uluç Saranlı, ODTÜ Bilgisayar Mühendisliği

Erol Şahin, ODTÜ Bilgisayar Mühendisliği

Gönül Turhan Sayan, ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği

Ç. Devrim Son, , ODTÜ Biyolojik Bilimler

Sibel Tarı, ODTÜ Bilgisayar Mühendisliği

İlkay Ulusoy Parnas, ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği

W. Gerhard Weber, ODTÜ Uygulamalı Matematik

Tülin Yanık, , ODTÜ Biyolojik Bilimler

ODTÜ-HÜ NSNT Laboratuvarlar

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Biyolojik Bilimler

Nörobiyoloji Laboratuvarı
Moleküler Nöroendokronoloji Araştırma
Laboratuvarı,
Yapısal Biyoloji Araştırma Laboratuvarı,

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği

Beyin Araştırmaları Laboratuvarı
Manyetik Rezonans Görüntüleme Lab.
Bilgisayarla Görme ve Akıllı Sistemler
Araştırma Lab.(METU VISION),
Ultrasonik Çevirgeç Lab. (ULTRAMEMS),
MRC Mekatronik Robotik Kontrol Lab

Bilgisayar Mühendisliği

KOVAN Araştırma Laboratuvarı,

Fizik Bölümü

Nanooptik Araştırma Laboratuvarı (NORL)

Merkezi Laboratuvar

Moleküler Biyoloji Biyoteknoloji Ar-Ge
Merkezi Mikroskopi Lab.,

Bilgi İşlem Daire Başkanlığı

İnsan Bilgisayar Etkileşim Laboratuvarı

Enformatik Enstitüsü

Sağlık Bilişimi Nörosinyal Laboratuvarı,
Bilişsel Bilimler göz-izleme laboratuvarı,
fNIRS (optik beyin görüntüleme) Laboratuvarı,

ODTÜ-HÜ NSNT Laboratuvarlar

Hacettepe Üniversitesi

Nörolojik Bilimler ve Psikiyatri Enstitüsü

Görüntüleme Laboratuvarı,
In vitro Deneş Laboratuvarı,
Hücre Kültürü Laboratuvarı,
Deneş Hayvanı Depolama Alanları,
In vivo Laboratuvarı,
Davranış Deneşleri Laboratuvarı,

ODTÜ-HÜ NSNT Taksonomi

Nöron ve Beyin fonksiyonları için hesaplamalı yöntemler (analiz, modelleme, simülasyon vb)

- Nöron
- Nöroelektrofizyoloji
- Beyin ve Sinir Sistemi
- Duyu ve Algı
- Zihinsel Fonksiyonlar
- Hareket ve kontrol
- Bellek ve Öğrenme
- Ağrı
- Dikkat
- Nöromekanik
- Beyin için Tersine Mühendislik
- Beyin Bağlantısallık Analizi
- Beyin-Beden Etkileşimleri

Nöral Sistemler

- Nöral Ağlar (Sinir Ağları)
- Nöral iletişim,
- Nöral Kodlama/Çözümleme, Sinyal ve Bilgi işleme
- Nöral Osilasyonlar (salınımlar)

Nöral/Nöromusküler Arayüzler/Sensörler/Protezler

- Nöral/Nöromusküler Arayüzler/Protezler
- Beyin Bilgisayar Arayüzü
- Sensör teknolojileri
- Nörostimülasyon
- Derin Beyin Stimülasyonu
- Nöral etkileşim teknolojileri (MEMS/Mikro/Nano/ Fotonik/Opto-elektronik/yarı iletken/malzeme vb)
- Nöral geribesleme

Görme/Yapay Görme

- Görme için nöral kodlama
- Görme için hesaplamalı yöntemler
- Uzamsal algı, renk, hareket, derinlik algısı, görsel dikkat
- Nesne tanıma, öznitelikler, bölütleme, gruplama
- Biyonik Göz

ODTÜ-HÜ NSNT Taksonomi

Nörogörüntüleme Cihazları ve Nörogörüntü/sinyal işleme ve analizi

- EEG, EMR, EMG, MRI, fMRI, MEG, PET, NIRS, EcoG vb
- Optik, Video, 3D Nörogörüntüleme Cihazları
- Nörogörüntü/sinyal işleme ve analizi

Nöroenformatik

- Veri Analizi /Büyük Veri
- Veri Madenciliği

Nöral Bozukluklar/Hastalıklar için Akıllı Tanı/Tedavi Sistemleri

- Uyku analizi, Ağrı analizi
- Hastalık imzası
- Biyometrik analiz, Yüz ifadeleri analizi
- Davranış analizi
- Karar destek sistemleri
- Biyo/Nano Teknolojiler
- Örüntü tanıma
- Oyun/Robot Destekli Terapi

Beyin Esinli Hesaplama, Yapay Öğrenme, Akıllı Sistemler

- Yapay Sinir Ağları
- Derin Öğrenme
- Nöromorfik Hesaplama/ Nöromorfik Sistemler
- Bilişsel hesaplama
- Yapay zeka, beyin benzetimli akıllı sistemler
- Beyin ve Karmaşık Sistemler
- Nörorobotik/ Mekatronik/Sibernetik

Nöro bilimde Biyomoleküler /Hücre sel Mühendislik

- Optogenetik, Sonogenetik
- Biyoteknoloji, Moleküler Biyoloji ve Genetik
- Genomiks ve proteomiks
- İlaç, Gıda-metabolizma etkileşimi
- Nöral doku ve rejenerasyonu
- Nöromodülasyon

nörobilim

Nörobilim sinir sistemini inceleyen bilim alanıdır.

Başlangıçta, nörobilim biyolojinin bir dalı olarak ortaya çıkmıştır

Günümüzde nörobilim, biyolojinin yanı sıra kimya, bilgisayar bilimleri, mühendislik, matematik, tıp, genetik, fizik, psikoloji gibi diğer alanların da yer aldığı disiplinlerarası niteliktedir.

sinir sisteminin oluşması

Sinir sistemi embriyonik fazda oluşmaya başlar ve gelişmesi tüm yaşam boyunca kompleks hücresel ve moleküler mekanizmalarla devam eder.

video-01-Neuronal development

<http://sites.sinauer.com/neuroscience5e/index.html>

animation 22.1

video-02- human Embrio brain

<http://www.hhmi.org/biointeractive/development-human-embryonic-brain>

nöron

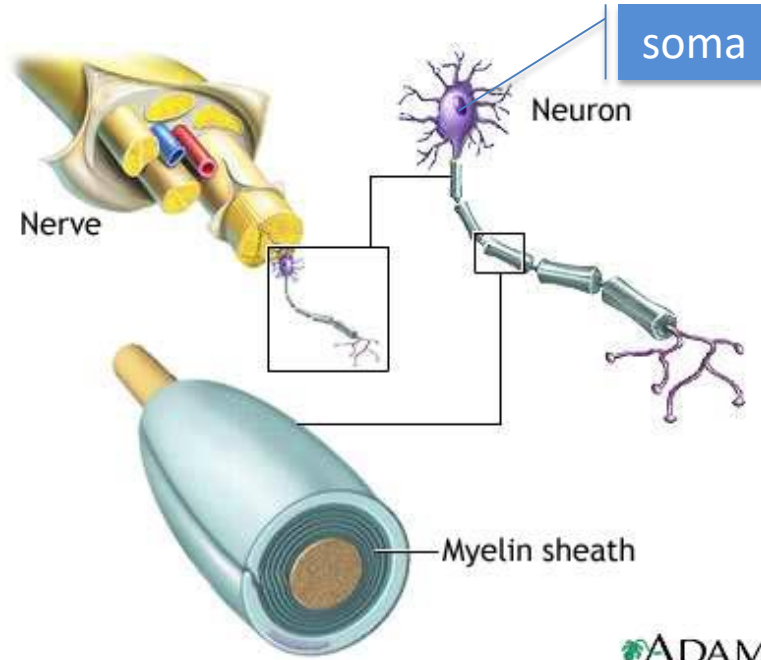
Nöronlar sinir sisteminin temel fonksiyonel birimleridir.

Yaşamın devamı ve kalitesi için gerekli üst ve alt seviyedeki fonksiyonların operasyonu için gerekli sinyalleri alma ve gönderme yeteneklerine sahip çok özelleşmiş hücrelerdir.

Nöronlar bilginin işlenmesi ve diğer hücrelere iletilmesini sağlayan elektro-kimyasal özelliklere sahiptir.

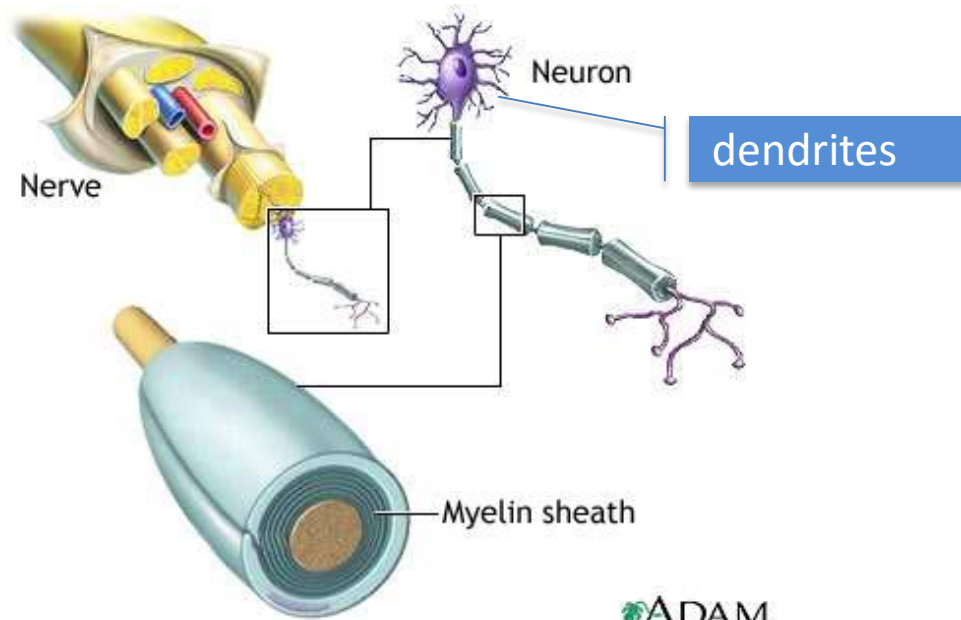
nöron

Nöronun yaklaşık küresel bir biçim taşıyan hücre gövdesi **soma** olarak adlandırılır.



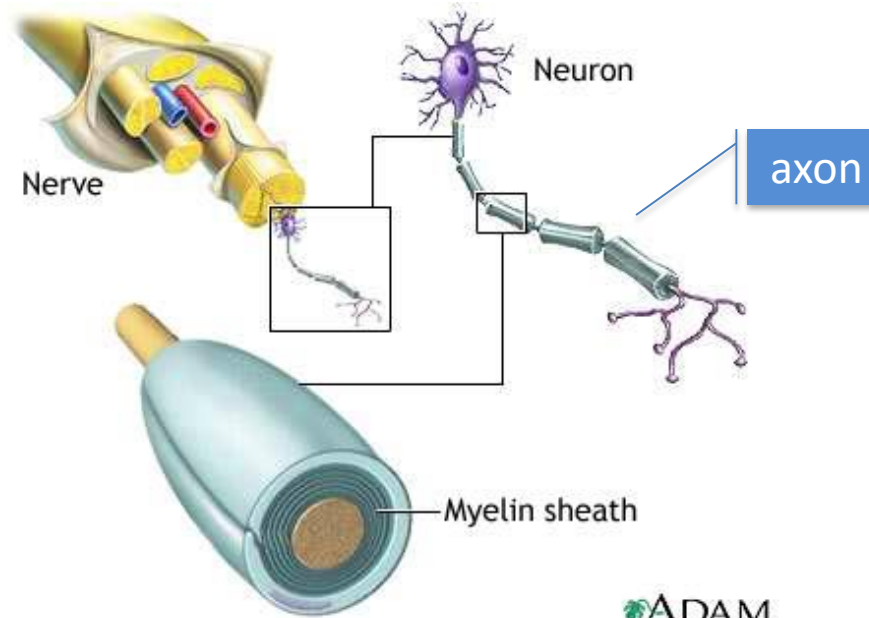
nöron

Soma etrafındaki çalı görünümündeki uzantılara **dendrit** denilmektedir
Diğer nöronlardan gelen sinyallerin alınmasından sorumludurlar.



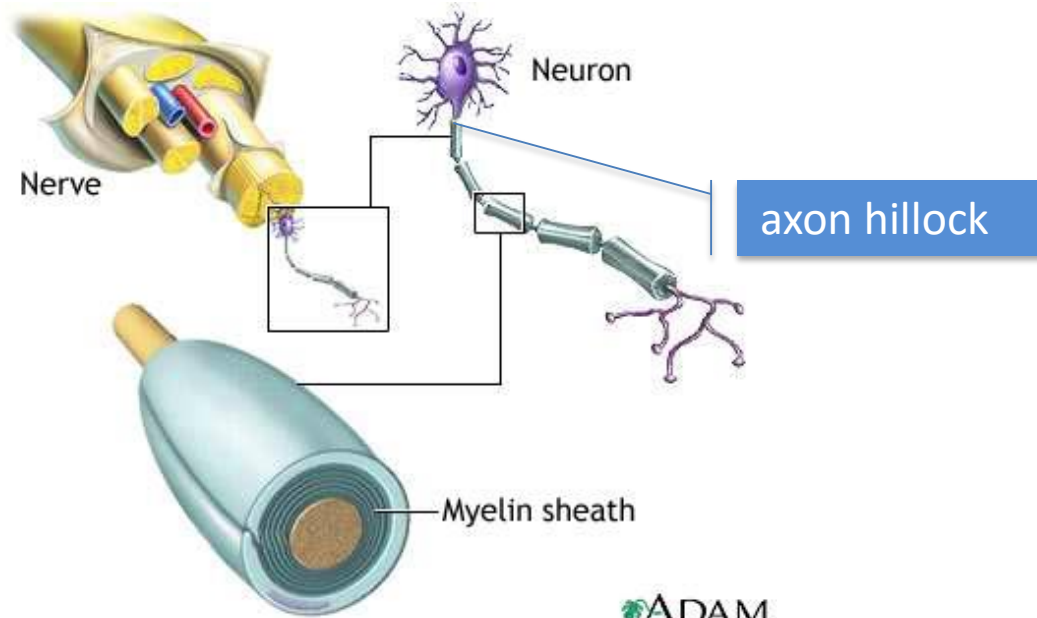
nöron

Somada yaratılan sinyaller diğer nöronlara akson denilen uzantılar üzerinden iletilirler.



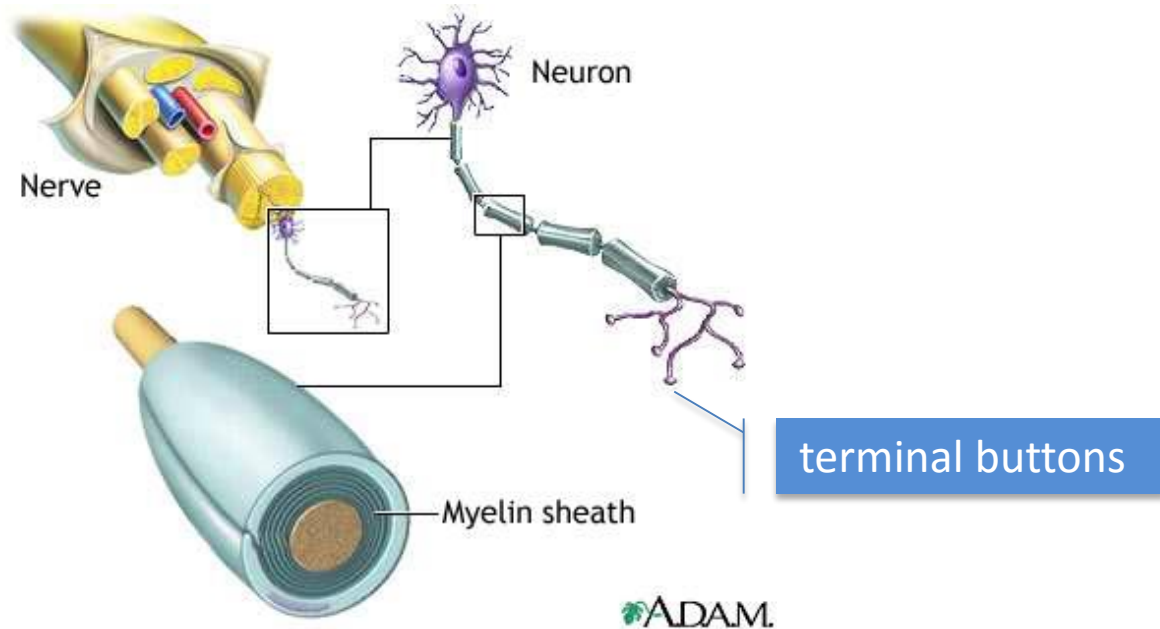
nöron

İnsan vücudundaki bir aksonun boyu milimetreden küçük olabildiği gibi bir metreye kadar uzayabilir. Aksonun gövdeden çıktığı yere **akson tepeciği (hillock)** denilir.



nöron

Aksonun diğer ucunda ise, akson bir çok dala ayrılır, ve en ucunda genişleyerek **uç düğmeleri (terminal buttons)** oluşturur.

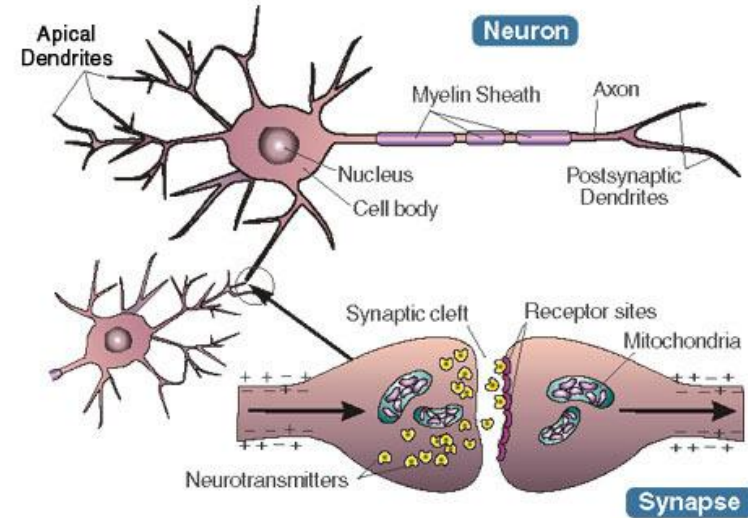


nöron

Uç düğmeleri **sinaps** adı verilen özel yapılar içine yerleşmiştir.

Sinapslar sinyallerin bir nörondan diğerine iletiildiği bağlantı noktalarıdır.

Bir nöron tipik olarak 10^3 ile 10^4 arası synaps bağlantısını sürebilir.



dinlenim potansiyeli

Nöronun içi ve dışı arasındaki iyon konsantrasyonu farkından dolayı, hücre zarı polarize olur.





Denge durumunda, hücre içi dışına göre 70 milivolts negatif değer taşır ve bu potansiyel **dinlenim potansiyeli** olarak adlandırılır.

aksiyon potnsiyeli

Snaptik bağlantı noktalarındaki aktivasyonlar, sinaps tipine bağlı olarak alıcı taraftaki nöron gövdesindeki polarizasyonu azaltır veya artırır.

Eğer polarizasyon yeterince azalarak bir eşik değerine ulaşırsa akson tepesi noktasında nöron ateşlemeye başlar **aksiyon potansiyeli**, denilen darbe biçimindeki sinyalleri üretir.

Akson tepesinde başlayan bir darbe, akson boyunca ilerleyerek sinapslara ulaşır.

-  video-03-Chemical-Synapse
-  video-04- neuron resting and action potentials
-  video-05- action potential propogation
-  video-06-transmission of signals

sinir sistemi

Merkezi Sinir Sistemi (CNS)

Beyin ve omurilik

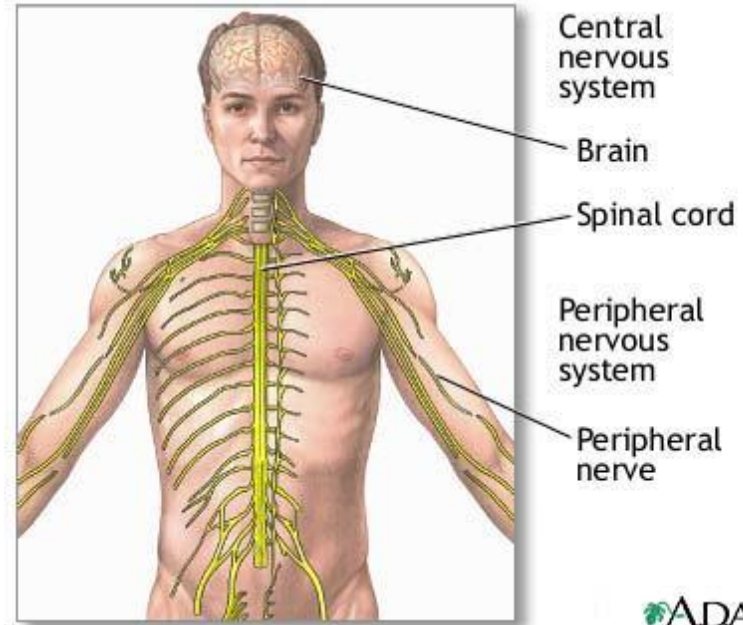
Birleştirici ve kontrol edici merkezler



Periferal Sinir Sistemi(PNS)

Kafa sinirleri ve spinal sinirler

Merkezi sinir sistemi ile vücudun diğer kısımları arasında iletişimi sağlar



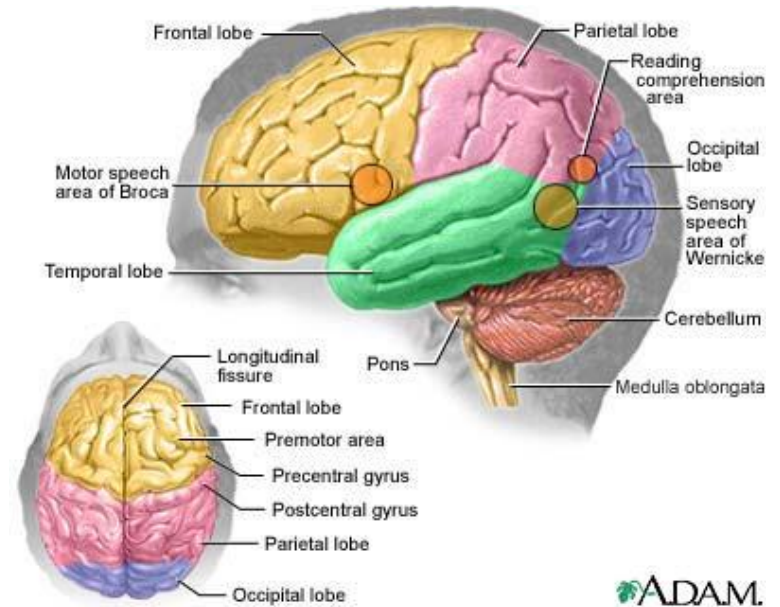
http://www.pennmedicine.org/health_info/body_guide/reftext/images/8679.jpg

beyin

Beyin aşağıdaki temel parçalardan oluşur:

- Önbeyin (Prosencephalon)
- Ortabeyin (Mesencephalon),
- arkabeyin (Rhombencephalon)

Bu temel parçalar değişik fonksiyonları yerine getiren başka alt parçalardan oluşur.

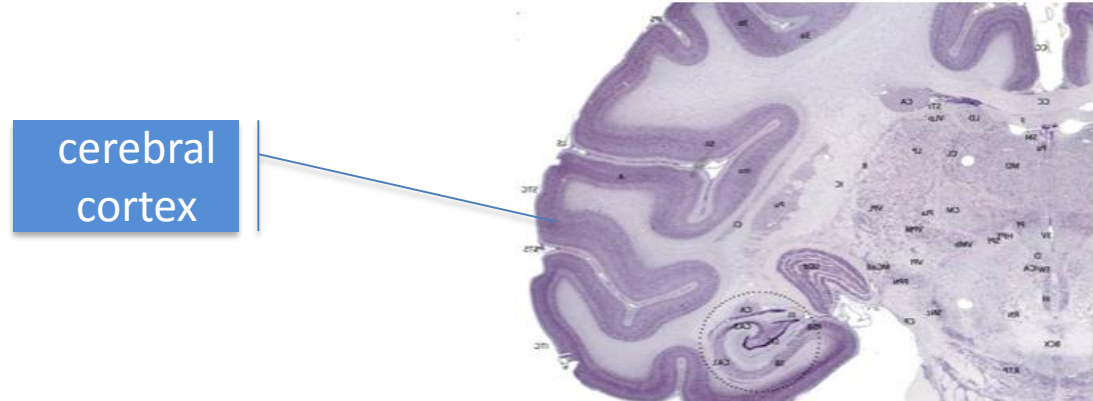


serebral korteks

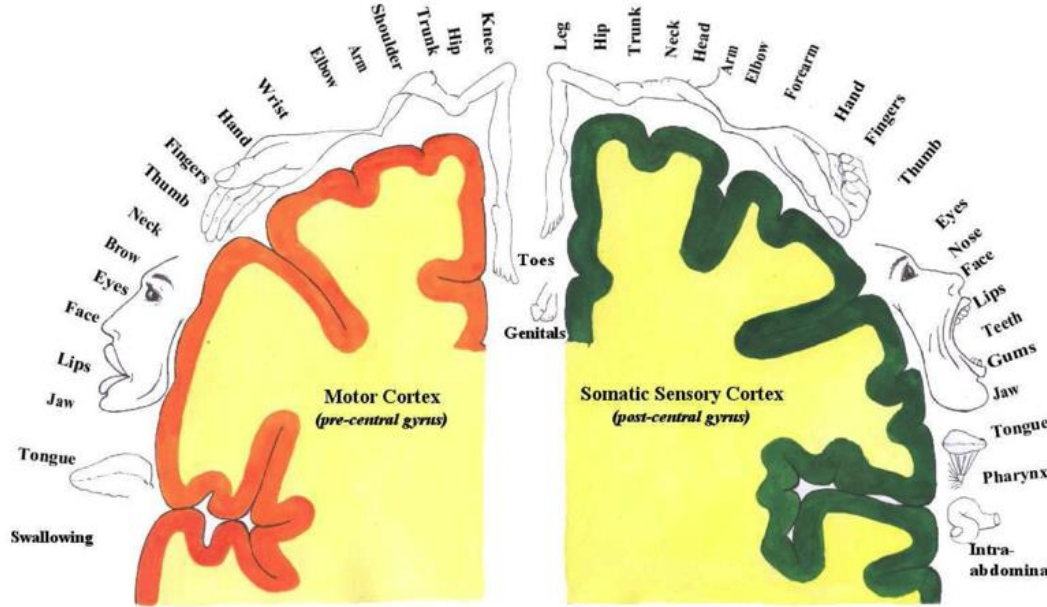
Serebrum önbeyinde yer alan temel kısımdır. Serebral korteks ve subkortikal yapılardan oluşur.

Serebral korteks serebrumun dış katmanıdır. İnsanda 2 - 4 millimetre kalınlığındadır.

Kafatasının içinde daha fazla yüzeysel alan sağlayabilmek üzere, insanda serebral korteks kıvrımlı bir yapıdadır.



fonksiyonel harita



Krepki, 2004

Korteksteki bir çok bölgenin fonksiyonu aşağı yukarı bilinmektedir. Motor korteks en iyi bilinen bölgelerden biridir.



video-07-Brain structure & functions

nörogörüntüleme

Nörogörüntüleme sinir sisteminin yapısını, fonksiyonlarını ve farmakolojisini doğrudan ya da dolaylı olarak görüntülemeye yarayan tekniklerdir.

- manyetik rezonans görüntüleme (MRI)
- fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI)
- manyetoensofalografi (MEG)
- fonksiyonel kızıl ötesi yakını optik görüntüleme sistemleri (fNIRS)
- elektroensefalografi (EEG)
- elektrokorticografi (ECoG)
- mikrodiziler

magnetic resonance imaging (MRI)

MRI is a non-invasive, painless procedure uses a powerful combination of magnets and radio waves, processed by a computer to produce cross-section images of a specific body part.

The images produced give physicians details to help them identify conditions in the brain, spine, bones and muscles.



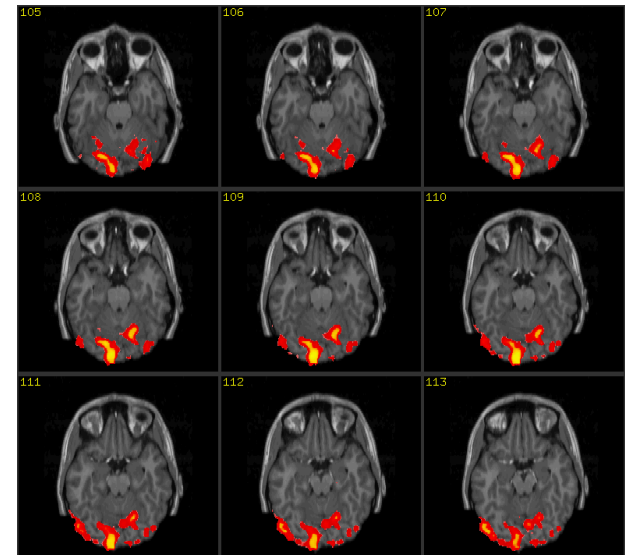
Photo Credit: GE Healthcare

Magnetic resonance image (MRI) of a head, from top to base of the skull

functional magnetic resonance imaging (fMRI)

fMRI relies on the paramagnetic properties of oxygenated and deoxygenated hemoglobin to see images of changing blood flow in the brain associated with neural activity.

This allows images to be generated that reflect which brain structures are activated during performance of different tasks or at resting state.



Temporal Sequence of fMRI scans (single slice)

[Photo credit:](http://www.fmrib.ox.ac.uk/fmri_intro/brief.html)

http://www.fmrib.ox.ac.uk/fmri_intro/brief.html

magnetoencephalography (MEG)

MEG is an imaging technique used to measure the magnetic fields produced by electrical activity in the brain via extremely sensitive devices such as superconducting quantum interference devices (SQUIDs).

MEG offers a very direct measurement of neural electrical activity (compared to fMRI for example) with very high temporal resolution but relatively low spatial resolution.



functional near infrared optical imaging systems (fNIRS)

fNIRS measure oxygen level changes in the prefrontal cortex of human subjects. It allows researchers to quantitatively assess brain functions—such as attention, memory, planning, and problem solving—while individuals perform cognitive tasks.

Resolution is low



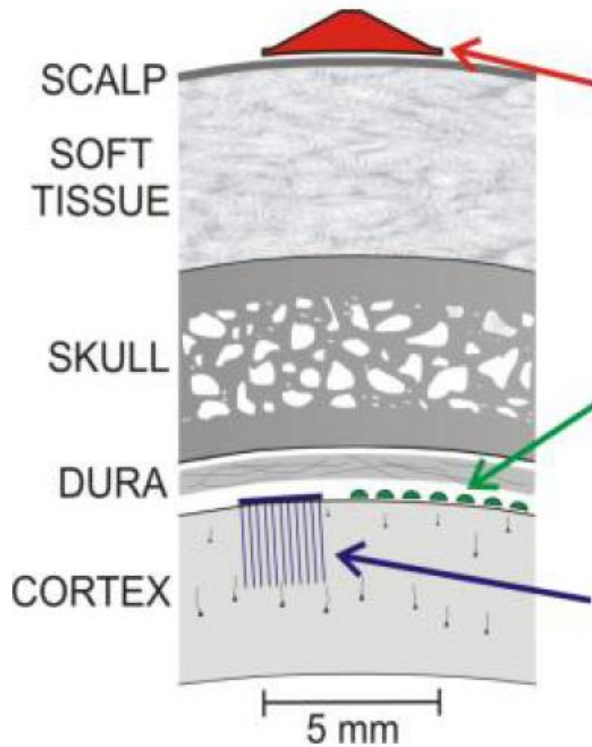
Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS)

electroencephalography (EEG)

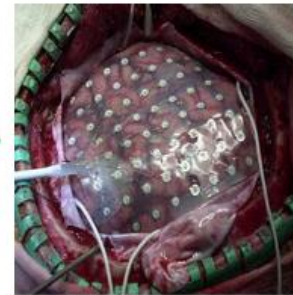
EEG involves recording electrical activity across the scalp to estimate activity within the brain. EEG has extremely high temporal resolution (milliseconds) and is thus useful for monitoring dynamic changes in neuronal activity and high-frequency oscillatory activity.



ECoG ve mikrodiziler



EEG
Electroencephalogram
(scalp)



Electrocorticography
ECoG
(brain surface)



microarrays
(inside the
brain)

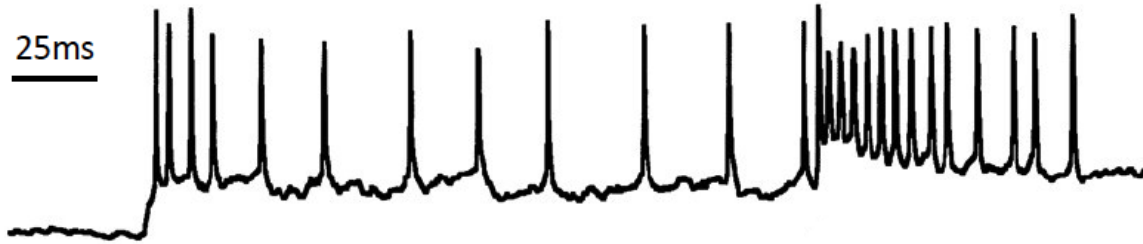
noninvasive



invasive

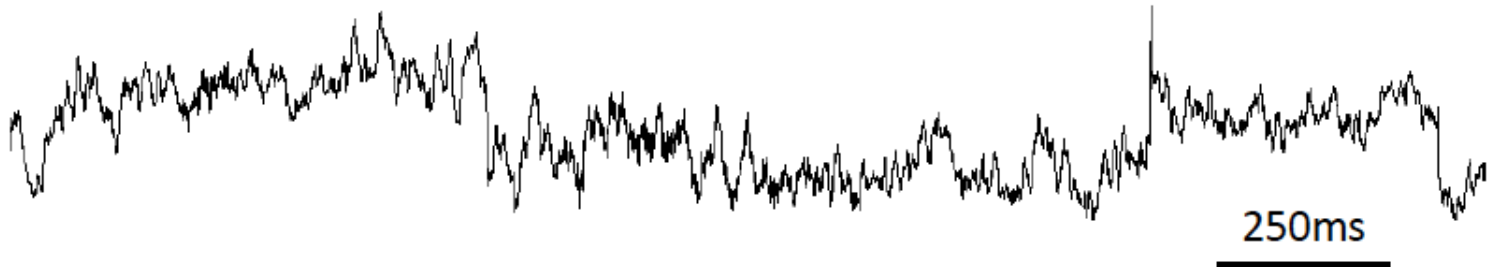
temporal karakteristikler:

Tipik bir tek nöron ateşleme davranışı:



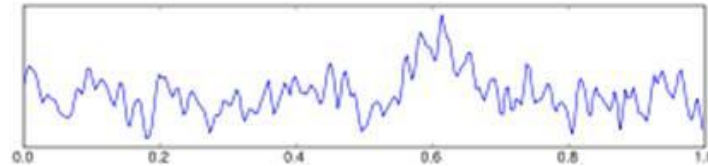
EEG bir grup nöronların aktivitelerini kafatası üzerinden ölçer

Tipik bir EEG sinyali

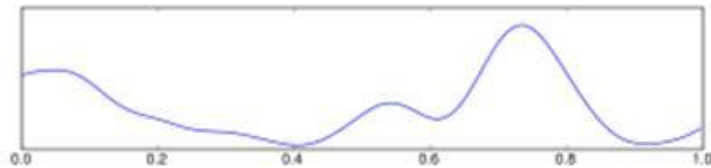


salınımsal (oscillatory) prosesler

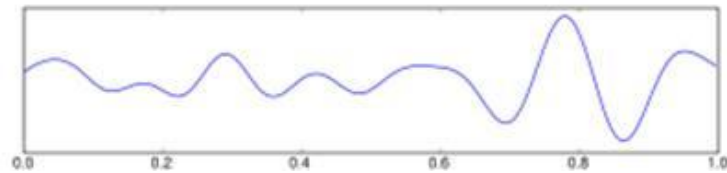
EEG (tüm frekanslar birlikte) :



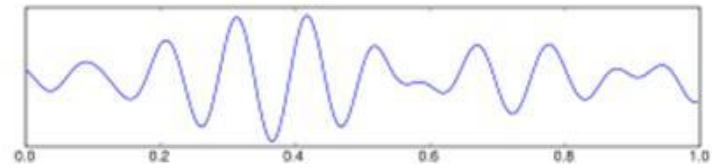
Delta 0-4 Hz
Sleep, Dreaming



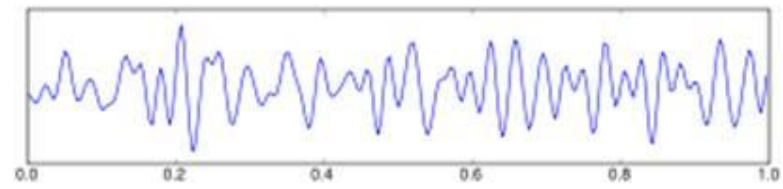
Theta 4-8 Hz-Visualizing,
Daydreaming, Creativity



Alpha 8-12 Hz
Relaxation, Reflection



Beta 12-20 Hz-Focused & 20-
30 Hz Anxiety



Nöroteknoloji (NT)/Nöral Mühendislik(NM)

Nöroteknoloji, nöro bilim ile ilgili geniş bir yelpazede bulunan teknolojileri tanımlamak için kullanılan bir terimdir.

Nöromühendislik terimi bu teknolojilerin geliştirilmesini sağlayacak mühendislik yaklaşımlarını temsil etmektedir.

Nöroteknoloji ve nöromühendislik terimleri birbirleri yerine dönüşümlü olarak kullanılabilir.

NT/NM araştırma/uygulama alanları

Nöroteknolojii ile ilgili bazı araştırma/uygulama alanları:

klinik tedavi uygulamaları

nöral geliştirme

nöral doku rejenerasyonu

sinir rehber kanalları

biomoleküler terapi

nöromodülatör

nöral arayüzler

optogenetik

beyin bilgisayar arayüzü

mikro sistemler

mikro electrot dizileri

nöral protezler

nörostimülatör

hesaplamalı nörobilim

sinir sisteminin modellenmesi

bağlantı analizi

nöral ağlar

nöral kodlar

nöromorfik hesaplama

biyo-esinli makine görmesi

biyo-esinli makine öğrenmesi

sinyal işleme uygulamaları

nörorobotik

nöral görüntüleme

nöral doku rejenerasyonu

Nöral doku rejenerasyonu veya nörorejenerasyon, küçük yaralanma veya travmatik beyin hasarı gibi büyük yaralanmalarla zarar görmüş nöronların işlevini geri yüklemek için kullanılır.

Sinir hasarına ait fonksiyonel yenileme, hasarlı bölgedeki aksonların yeniden oluşturulmasını içerir.

hesaplamalı nöro bilim

Hesaplamalı Nöro bilim beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarını, sinir sistemini oluşturan yapıların bilgi işleme özelliklerini gözönüne alarak açıklamaya çalışan alandır.

Hesaplamalı nöro bilim, sinir sistemi fonksiyonlarının teorik modelleri ve bilgisayar simülasyonlarını da kapsamaktadır.

 [video-08- a simulated mouse brain in a virtual mouse body](#)

nöral ağlar

Nöral Ağlar/Nöral Sistemler, beyinden esinlenerek geliştirilen algoritmaları (yapay sinir ağları gibi), biyolojik sinir ağlarının hesaplamalı modellerini (darbeli yapay sinir ağları, sinir mikro devrelerinin büyük ölçekli simülasyonları gibi) ve gerçek biyolojik sistemleri (in vivo ve in vitro nöral ağları gibi) içerir.

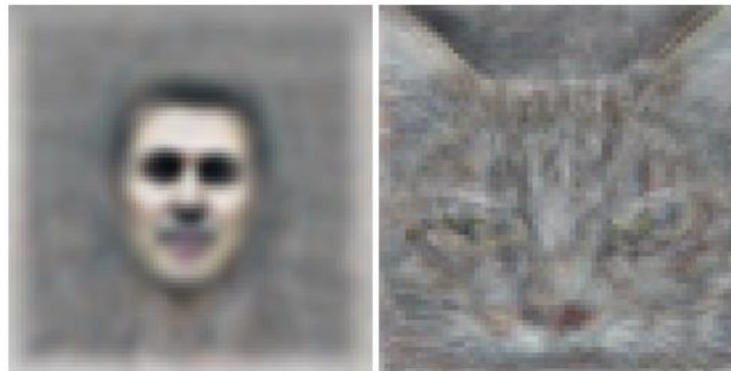
Bu tür nöral sistemler, mekanik veya diğer fiziksel aktüatör formlarında makinelere yerleştirilebilirler.

Bu makineler; robot, protez ya da giyilebilir sistemlerin yanı sıra, daha küçük ölçekteki mikro makineleri ve daha büyük ölçekteki yapıları içermektedir.

derin öğrenme

Derin Öğrenme özel derin yapıdaki yapay sinir ağları için geliştirilen makine öğrenmesi yöntemleridir. Birçok alanda diğer yöntemleri performans açısından geride bırakarak başarıyla uygulanmaya başlanmıştır.

▶ video-09-deep learning to recognize cats, faces



nöromorfik hesaplama

Nöromorfik hesaplama (mühendislik) biyoloji, fizik, matematik, bilgisayar ve mühendislik konularından esinlenilerek, fiziksel yapısı ve tasarım ilkeleri biyolojik sistemlerinkine dayanan görüş sistemleri, kafa-göz sistemleri, işitsel işlemciler ve özerk robotlar gibi yapay sinir sistemlerin tasarlandığı disiplinler arası yeni bir bilim dalıdır.

Nöromorfik terimi, sinir sistemleri (algı, motor kontrol, ya da duyuşsal entegrasyon için) modellerine uygulanan analog, dijital ve karışık-mod VLSI ve yazılım sistemlerini tanımlamak için kullanılmaktadır.

 [video-10-human brain project-neuromorphic platform](#)

nöral arayüzler

Nöral Arayüzler, sinir sistemi ile dış cihazlar arasındaki iletişimi oluşturan arayüzlerdir. Sinir sisteminin uyarılmasını ya da sinir sisteminde üretilen sinyallerin alınmasını sağlamak üzere kullanılabilirler.

optogenetik

Optogenetik, ışık sayesinde ve genetik yardımla beyin hücrelerini araştıran yeni gelişmekte olan bir bilim dalıdır.

Genleriyle oynanmış hücrelerin ışık ile davranışlarının kontrol edilmesini içerir.

Yakın gelecekte parkinson, epilepsi, kalpte ritim bozuklukları gibi birçok nöronal hastalığın tedavisinde başarılı bir şekilde uygulanabileceği tahmin edilmektedir.

 [video-11-optogenetics](#)

nöral sensör ve stimülatörler

Nöral sensörler, elektriksel, kimyasal, manyetik ve optik sinyalleri yorumlamak amacıyla geliştirilmektedir.

Mikroelektrot diziler, bir akson üzerinde aksiyon potansiyelinin yayılması ile hücre dışı ortamlarda oluşan keskin gerilim değişikliklerini tespit etmek için kullanılan özel araçlardır.

Nöral stimülatörler, arzu edilen bir tepki uyandırmak için nöronal doku potansiyellerini etkileyecek sinyalleri ileterek sinir/beyin dokusunu uyarmak için kullanılmaktadır.

Derin beyin uyarımı, özellikle Parkinson hastalığı gibi hareket bozukluklarının tedavisinde, yüksek frekanslı uyarılarla titremenin bastırılmasında etkili olduğundan, bu alandaki önemli bir ilerlemedir.

 [video-12- deep brain stimulation](#)

nöromodülasyon

Nöromodülasyon, ilaç ajanlarının, elektrik sinyallerinin veya diğer uyarıcı enerji formlarının beynin engelli bölgelerine iletimi ile sinir sisteminin aktivitesini arttıracak veya bastıracak tıbbi cihaz teknolojileri kullanılarak hastalık ya da yaralanma tedavisini amaçlamaktadır.

 video-13- neuromodulation

beyin bilgisayar arayüzleri

Beyin bilgisayar arayüzleri (BBA) sinir sistemi ile cihazlar arasında doğrudan iletişim kurarak, nöron ağlarını izlemek ve uyarmanın yanı sıra içsel nörolojik fonksiyon bozukluklarının teşhis ve tedavisinde kullanılmaktadır.

BBA'lar genellikle insan bilişsel veya duyuşal-motor fonksiyonlarına yardımcı olma, etkisini artırma veya tamir etmeye yöneliktir

- ▶ video-14-brain computer interface-paralysed women
- ▶ video-15-robo-monkey uses brain power to feed itself
- ▶ video-16-mind over mechanics

nöroprostetik

Nöroprostetik, yaralanma veya hastalık sonucu zarar görmüş olan motor, duyuusal veya bilişsel bir modalite yerine geçecek cihazlar dizisi olan nöral protezlerin geliştirilmesi ile ilgilidir.

Nöral protezler, sinir sistemini uyararak ve aktivitesini kaydederek sinir sisteminin kayıp fonksiyonlarını tamamlama veya yerine koyma yeteneğine sahiptirler.

Sinirlerin uyarımını ölçen elektrotlar prostetik cihazlarla bütünleşmiş olurlar ve amaçlanan işlevi gerçekleştirmeleri için prostetik cihazlara sinyal gönderirler.

nöroprostetik

Duyusal protezler, biyolojik kaynaklarda eksik olan sinirsel girişi elde etmek için yapay sensörler kullanır.

 [video-17-cortivis-Cortical Visual Neuroprosthesis for the blind](#)

Motor protezler, biyolojik nöral kas sisteminin elektrik uyarımı ile beyin veya omurilik kontrol mekanizmalarının yerini alabilen cihazlardır.

 [video-18-Hybrid Neuroprosthesis Preliminary Test Trial](#)



Nörrobotik

Nörrobotik, nöral sistemlerin mekanik makineler içine nasıl yerleştirileceği ve bu makinalarda hareketin nasıl emüle edileceği ile ilgili çalışmalardır.

Robotik ve yapay zekanın (YZ) ortak alanında yer almaktadır

Motor kontrol ve hareket, öğrenme ve bellek seçimi, değer sistemleri ve eylem seçimi gibi konuları araştırmaktadır.

Ele alınan bir sinir sistemlerinin nasıl somutlaştırılabileceğini ve hareketlerinin mekanik makinelerde nasıl taklit edilebileceğini incelemektedir.

-  video-19-the human brain project SP10- neurorobotics
-  video-20-robot with a biological brain

Grubumuzdaki çalışmalar

Neural network models

Jain L.C., Lazzerini and Halici U. (editors), Innovations in ART Neural Networks, Springer Verlag, 2000

Leblebicioğlu K, Halici U, Celebi, "Infinite Dimensional Hopfield Neural Networks", Nonlinear Analysis, Elsevier, 47(2001), pp 5807-5813

Leblebicioğlu K., Halici U., "Infinite Dimensional Radial Basis Function Neural Networks for Nonlinear Transformations on Function Spaces", Journal of Nonlinear Analysis, Elsevier-Pergamon, Vol. 30, No. 3, 1997, pp. 1649 - 1654,

Neural Network Hardware

Badaroglu M, Halici U, Aybay I, Cerkez C. *A Cascadable Random Neural Network Chip with Reconfigurable Topology*, The Computer Journal (2010) 53 (3)

Cerkez C., Aybay I., Halici U., "A Digital Neuron Realization for the Random Neural Network Model", Proc of IEEE International Conference on Neural Networks, Houston, USA, June 1997, pp 1000-1004

Aybay I., Cetinkaya S., Halici U., "Classification of Neural Hardware", Neural Network World, IDG Vol 6, No 1, January 1996, pp 11-28

Reinforcement, Conitioned and Supervised Learning

Halici U., "Reinforcement learning with internal expectation in the random neural networks for cascaded decisions", *BioSystems*, 63(2001), pp 21-34

Halici U., "Reward, Punishment and Expectation in Reinforcement Learning for Random Neural Networks", *European Journal of Operational Research*, Elsevier, 2000, Vol 126, pp 288-307

Ugur Halici, Kemal Leblebicioglu, Lakhmi C. Jain. Training Radial Basis Function Neural Networks through Parabolic Evolutionary Algorithm. In Francesco Masulli, Riccardo Parenti, editors, *Proceedings of the Third ICSC Symposia on Intelligent Industrial Automation and Soft Computing, IAA/SOCO (1999)*, June 1-4, 1999, Genova, Italy. ICSC Academic Press, Rochester, NY, USA, 1999, pp 805-811

Halici U., Karaoz E. "A Linear Approximation for Training Recurrent Random Neural Networks", *Advances in Computer and Information Sciences* 298, U.Güdükbay et al. Eds.) IOS Press, pp 149-156, 1998

Gulöksüz A., Halici U., "A Neural Circuit to Handle Passive Extinction in Conditioned Reinforcement Learning", *Proc. of European Meeting on Cybernetics and System Research, EMCSR XIII*, Vienna, Austria, April, 1996, pp 1026-1030

Halici U., Yaranli U. "Neural Networks in Mazes", *Proc. of International Joint Conference on Neural Networks, IEEE INSS IJCNN*, Beijing, Republic of China, November, 1992.

Neural Network applications

Bahar A, Ozgen C, Leblebicioglu K, Halici U. "Artificial neural network estimator design for the inferential model predictive control of an industrial distillation column", IND ENG CHEM RES 43 (19): 6102-6111 SEP 15 2004

Jain L. C., Halici U., I. Hayashi, Lee S.B. and Tsutsui T. (editors), Intelligent Biometric Techniques in Fingerprint and Face Recognition, CRC Press, USA, 1999

Halici U., Ongun G. "Fingerprint Classification through Self Organizing Maps Modified to Treat Uncertainties", Proceedings of the IEEE, Vol 84, No 10, pp 1497-1512, October 1996

Halıcı U., Gökçe O. Mixture of Poses for Human Behavior Understanding, Proc. CSIP 2013, IEEE Xplore

Tunali O., Halici U., "A Neural Optimizer for Hypercube Embedding", Nonlinear Analysis, Pergamon, Elsevier, 1999, Vol 36, pp 785-797

Halici U., Erol A., "A Hierarchical Neural Network for Optical Character Recognition", Proc. of 8th International Conference on Artificial Neural Networks, ICANN 95, Paris, France, October 1995.

Unlu D., Halici U., " User Identification through Neural Network", Proc of International Symposium on Artificial Intelligent Applications and Neural Networks, IASTED, Zurich, Switzerland, June 1990

Deep Learning

Eral M, Çakır Aktaş C, Eren Koçak E, Dalkara T, HalıcıU, Assesment of Pain in Mouse Facial Images
BİYOMUT 2016 (submitted)

Akkaya B, Tabar YR, Gharbalchi F, Ulusoy İ, Halıcı U, Tracking Mice Face in Video, BİYOMUT 2016
(submitted)

Budak U, Şengür A, Halici U, Deep Convolutional Neural Networks for Airport Detection in Remote
Sensing Images, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters (submitted 2016)

Tabar YR, Halıcı U, A Novel Deep Learning Approach for Classification of EEG Motor Imagery Signals,
Journal of Neural Engineering, OIP (submitted, 2016)

Brain Computer Interfaces

Yıldırım A., Halici U., “Analysis of Dimension Reduction by PCA and AdaBoost on Spelling Paradigm EEG Data”, Proc. BMEI 2013, IEEE Explorer

Halici U., “Brain Computer Interfaces”, Chapter in Book “Computer and Brain” edited by Haluk Bingol, 2012, Pan Yayıncılık (in Turkish)

Halici U. Classification in Frequency Domain of EEG Signals of Motor Imagery for Brain Computer Interfaces, *Biyomut* 2009

Halici U, Agi E, Özgen C and Ulusoy I. Analysis and classification of EEG signals for brain computer interfaces. *Frontiers in Neuroscience. Conference Abstract: 10th International Conference on Cognitive Neuroscience, 2008*

Sleep Analysis

Dilan Gorur, Ugur Halici, Hamdullah Aydin, Guclu Ongun, Fuat Ozgen, Kemal Leblebicioglu, “*Sleep Spindles Detection Using Autoregressive Modeling*”, Proc. of ICANN/ICONIP 2003.

Gorur D., Halici U, Aydin H, Ongun G., Ozgen F, Leblebicioglu, Sleep Spindles Detection Using Short Time Fourier Transform and Neural Networks, IEEE-INNS IJCNN 2002, Honolulu, Hawaii, USA, May 2002

Connectivity

Ulusoy , I., Halici, U., Nalcaci, E., Anac, I., Leblebicioglu, K., Basar-Eroglu, C. Time frequency analysis of visual evoked potentials for inter-hemispheric transfer time and proportion of callosal fibers in different diameter. Journal of Biological Cybernetics. 90 (4): 291-301 APR 2004

Disease Signature

Shenas S.K. Halici U., Çiçek M. “Detection of Obsessive Compulsive Disorder Using Resting-State Functional Connectivity Data”, Proc. EMBC 2014, pp 978-981 IEEE Xplore

Shenas, S.K. ; Halici, U. ; Cicek, M. A comparative analysis of functional connectivity data in resting and task-related conditions of the brain for disease signature of OCD Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2014 36th Annual International Conference of the IEEE, pp 978-981 IEEE Xplore,

Vision

Hatipoglu P., Aytekin Ö., Ulusoy İ., Halici U., “Saliency Analysis for High Resolution Satellite Images with Challenging Contents”, ICT Innovations, Ohrid, 2014 Web Proceedings ISSN 1857-7288 -Springer Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 311, pp 97-106

İlkay Ulusoy, Ugur Halıcı, “Active stereo vision for object recognition and cognitive map formation in a virtual world”, Proc. of *IEEE CVPR 2003*.

Colakoglu, (Ulusoy) I., Halici, U., Hancock, E. R., Disparity Using Multiscale Phase, *Türkiye’de Nörobilimin Bugünü ve Geleceği*, p. 26, 2001. (in Turkish)

Robotic

Erden MS, Leblebicioglu K, Halici U. Multi-agent system-based fuzzy controller design with genetic tuning for a mobile manipulator robot in the hand over task, *J. of Intelligent and Robotic Systems* 39 (3): 287-306, 2004

 [video-21- six leg robot locomotion trained by reinforcement learning](#)