

# بکار گیری مهندسی الکترونیک در سیستمهای زیستی BIONIC

دکتر حامد ساجدی

دانشیار گروه الکترونیک - دانشکده فنی دانشگاه شاهد

رئیس هیات مدیره و مدیر تحقیق و توسعه شرکت دانش بنیان طنین پرداز

مدیر گروه پژوهشی آکوستیک شاهد

# ویژگی های الکتریکی سیستم های زیستی

## \* حضور یونهای مثبت و منفی در محیط

به سبب حضور یونهای متنوع و نیز خواص الکتریکی بافتها، این بافت ها به عنوان محیطهای هدایتی و یا دی الکتریک و القایی قابل مدلسازی هستند.

## \* انتشار جریان و توزیع میدان در بافت

میدانهای الکتریکی حاصل از جریان و پتانسیل در بافتهای زیستی بسته به مشخصات هدایتی، خازنی و حتی سلفی توزیع میشوند.

## \* غشای نیمه تراوا و تحریک پذیر

وجود غشای نیمه تراوا در برابر مولکولها و بویژه یونها، در کنار غلظت متفاوت محیط داخل و بیرون سلول، مکانیسمهای تعادل متنوعی را ایجاد میکند.

## \* پتانسیل الکتریکی غشای سلولی

ایجاد پتانسیل الکتریکی حاصل از تعادل یونی و نیز خواص هدایتی غشا، رفتار غشا را به صورت یک عنصر الکتریکی و البته بسیار پیچیده عرضه میکند.

# ویژگی های الکتریکی سیستم های زیستی

## \* پتانسیل عمل و فعالیت سلولها

- تغییر رفتارهای هدایتی غشا، و مکانیسمهای خروج از تعادل و بازگشت هدایت به حالت اولیه و ایجاد پتانسیل عمل، شاخصی کلیدی در عملکرد سلولهای تحریک پذیر است.

## \* انتشار پتانسیل عمل

- مکانیسمهای ترکیب، تجمع و انتشار پتانسیل عمل در بافت و ارتباطات بین سلولی، به انتشار و توزیع و انتقال پیام و اطلاعات منجر میشود که پایه رفتار سیستم است.

## \* تبادل یونی با محیط / جریانهای یونی

- تبادلات یونی و جریانهای یونی حاصل از ایجاد پتانسیل عمل، رفتار الکتریکی سلولها و نظایر آن سیستم بیولوژیک را مشابه منابع جریان / ولتاژ مینماید.

# ظرفیتهای مهندسی سخت افزاری پایه

## \* حسگرها و مبدل ها

تبدیل کمیت‌های فیزیکی محیطی به کمیت های الکتریکی

## \* سیستم‌های تقویت کننده

افزایش دامنه سیگنال‌های ضعیف به مقادیر قابل استفاده در مراحل بعدی

## \* فیلترهای حذف نویز

کاهش / حذف سیگنال‌های مزاحم برای در اختیار گرفتن سیگنال‌های مورد نظر

# ظرفیتهای مهندسی سخت افزاری پایه

\* تحریک الکتریکی (جریان / میدان / پتانسیل)

ایجاد محرک های الکتریکی با قابلیت کنترل شده و قابل برنامه ریزی بصورت دلخواه

\* تقویت کننده های توان

افزایش جریان / ولتاژ خروجی با هدف افزایش توان / انرژی تحویلی به محیط برای کارایی و ثمربخشی

\* عملگرها و مبدل های انرژی

تبدیل انرژی الکتریکی به سایر انرژی های موثر در محیط

# ظرفیتهای مهندسی نرم افزار

## \* الگوریتم های پردازش سیگنال

- ارایه و متناسب سازی روشهای پردازش سیگنال در جهت استخراج اطلاعات، شناسایی و تخمین و بازشناسی الگو

## \* مدلسازی و تحلیل

- ارزیابی، تحلیل و شناخت مکانیسم عملکرد و روابط بین اجزای سیستم متکی بر روابط ریاضی

## \* شبیه سازی رفتار سیستمها

- شبیه سازی کامپیوتری رفتار و خروجی سیستم به ازای تغییر پارامترهای توصیفگر، اعمال ورودی های مختلف، بر هم کنش سیستمها

## \* الگوریتمهای یادگیرنده و هوشمند

- بکار گیری روشهای هوش محاسباتی و هوش مصنوعی در جهت بهینه سازی الگوریتمهای پردازشی در جهت نزدیک تر شده به دانش خبره و تلفیق با چشم مسلح مهندسی و همچنین مدلسازی رفتار هوشمند و شناختی سیستم های زیستی

# ابزارها و زیرساختهای مهندسی کاربردی

## \* پردازشگرهای دیجیتال و سیستمهای کامپیوتری

- ابزارهای مناسب برای تحلیل و بررسی مدلها، شبیه سازی ها و اجرای الگوریتمهای پردازش سیگنال

## \* پردازنده های دیجیتالی کم مصرف با توان پردازشی قابل قبول

- ابزارهای متناسب برای پیاده سازی زمان حقیقی و پرتابل در جهت توانبخشی و استفاده مداوم توسط کاربر

## \* ارتباط بی سیم (القایی / خازنی)

- ابزارهای انتقال اطلاعات برای مانیتورینگ و ارسال فرمان و تحریک و ثبت در سیستمهای همراه و سیستمهای قابل کاشت در بدن

# ابزارها و زیرساختهای مهندسی کاربردی

## \* کدینگ و دیکدینگ اطلاعات

- نگاشت فضای اطلاعات به فضای دیجیتال و بهره گیری از روشهای رمز گذاری برای جلوگیری از تداخل و حفاظت از بروز خطا و افزایش قابلیت اطمینان سیستمها بخصوص در ارتباط بی سیم

## \* سیستمهای الکترونیکی کم توان و مدارهای تامین توان

- افزایش قابلیت سیستمهای کاشتنی و سیستمهای همراه بیمار و شبکه های حسگر بی سیم و گسترده

## \* شبکه موبایل / اینترنت اشیا

- فراهم شدن امکان ارتباط اجزای سیستم بر بستر های مخابرات سیار و اینترنت برای نزدیک شدن به فضای سلامت و پزشکی از دور و اتصال با سایر سامانه های مدرن



# بکارگیری ظرفیتهای مهندسی در سیستم زیستی

## \* طراحی واسط یونی / الکترونی (الکترودها)

- ساختار، شکل هندسی، آرایش هندسی و نوع ارتباط تهاجمی یا غیر تهاجمی با سیستم زیستی

## \* ثبت سیگنالهای فعالیت زیستی

- بکارگیری ابزارهای مهندسی برای استخراج و ثبت و ضبط سیگنالها و فعالیتهای زیستی

## \* پردازش اولیه سیگنالهای زیستی

- استخراج اطلاعات و مشخصات مورد نظر از سیگنالها و تفکیک سیگنالها، نویزها و تداخلها برای عرضه مناسبتر به فرد متخصص

## \* الگوریتمهای تشخیص وضعیت حیاتی

- بکارگیری روشهای ماشینی و هوش مصنوعی در تشخیص خودکار یا تصمیم یار برای بهره گیری از توان آنالیزهای پیچیده و دشوار و گسترش دامنه بهره گیری در مخاطب

# دستاوردهای متصور مهندسی در سیستم زیستی

## \* ارتباط انسان / مغز و ماشین

- امکان اتصال موثر و البته نامحسوس و آسان بین سیستم انسانی و دنیای ماشینهای هوشمند.

## \* سایبرنتیک

- تطبیق و تاثیر پذیری متقابل سیستم زیستی و ماشینهای یادگیرنده برای یکپارچگی معنایی و عملکردی

## \* تاثیر گذاری و مداخله در عملکرد سیستم زیستی

- بکارگیری ابزاری سخت افزاری و نرم افزاری برای مداخله و تاثیر گذاری بر روی سازوکارهای موجود و یا از دست رفته در سیستم زیستی

# بکارگیری ظرفیتهای مهندسی در سیستم زیستی

## \* توانبخشی و بازتوانی

- ایجاد قابلیتهای حسی و یا حرکتی از طریق تلفیق قابلیتهای مهندسی، شناخت کافی و دقیق از مکانیسمهای زیستی و استفاده از الگوریتمها و پروتکلهای تحریکی

## \* درمان و بهبود

- حرکت به سمت درمان نارسایی ها، جایگزینی عملکردهای از دست رفته و یا کاهش تاثیرات نارسایی های موجود

## \* شبکه سازی هوشمند و پزشکی از دور

- بکارگیری زیر ساختهای شبکه ها و زیرساختهای ارتباطی در حال گسترش برای ارتقای سیستمهای مراقبتی و درمانی در هر لحظه و در هر کجا بصورت هوشمند و /یا کنترل شده توسط متخصص

# چند نمونه متصور

## Bionic Man



# چند نمونه متصور

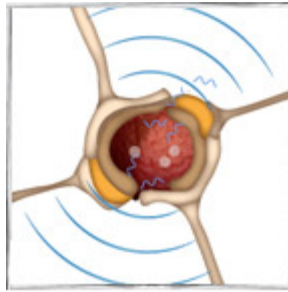
## WIRELESS BRAIN-COMPUTER INTERFACE



**The wireless brain-computer interface records and transmits brain activity wirelessly and could allow people with paralysis to use their thoughts to control robotic arms or other devices.**

# چند نمونه متصور

## OPENING THE BLOOD BRAIN BARRIER WITH ULTRASOUND



**Focused ultrasound could be used to temporarily open the blood brain barrier to let gene therapy treatments reach the brain.**

چند نمونه متصور

## **FLEXIBLE ELECTRODES RECORD BRAIN ACTIVITY**



**Flexible electrode array records brain activity from the surface of the brain and could be used to control robotic arms or provide real-time information about brain states.**

چند نمونه متصور

## GLUCOSE-SENSING CONTACTS



**Glucose-sensing contacts could provide a non-invasive solution for continuous blood sugar monitoring.**



چند نمونه متصور

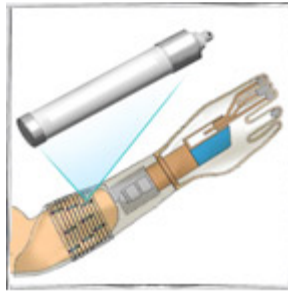
## TONGUE DRIVE SYSTEM



**Tongue Drive System helps individuals with severe paralysis navigate their environment using only tongue movements.**

## چند نمونه متصور

### IMPLANTABLE SENSORS FOR PROSTHESIS CONTROL



**Implantable sensors detect nerve signals above a missing limb and can use these signals to move a prosthesis in a more natural way.**

چند نمونه متصور

## SPINAL STIMULATION FOR PARALYSIS



**Electrical stimulation of the spinal cord is being used in individuals with paralysis to help restore voluntary movement and other functions.**

چند نمونه متصور

## ROBOTIC LEG PROSTHESIS



**This powered robotic prosthesis senses a person's next move and provides powered assistance to achieve a more natural gait.**