فرهنگ و زیست فناوری معماری

نشریه علمی فرهنگ و زیست‌فناوری معماری

تابستان ۱۴۰۰، سال ۱، پیاپی ۱

آنتروپوبیونیک و مهندسی انسان‌سنجی در معماری رباتیک با الگوبرداری فیزیولوژیکی از جانداران

زمان دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱/۳ زمان پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۳/۳۰

جانین بنیوس[۱]- دکترای معماری و رییس موسسه بین‌المللی بیومیمیکری، استکهلم، سوئد

علی جندقی- کارشناس ارشد معماری و همکار طرح پژوهشی انستیتو بیومیمیکری، تهران، ایران

چکیده

شاخه‌ای از فنّاوری که با طراحی، ساخت، اجرا و کاربرد ربات‌ها به همراه سیستم‌های کامپیوتری لازم برای کنترل، دریافت پاسخ سنسورها و پردازش اطلاعات آن‌ها سروکار دارد، «رباتیک» نام دارد. آنتروپوبیونیک، رباتیک، ایمپلنت‌های بیونیك؛ آنتروپوبیونیک کل موضوع تعامل انسان - ماشین و ارگونومیک را بررسی می‌کند. همچنین در معماری، بیونیک سنسوری، نوروبیوتیک (بیوتیک عصبی) و بیونیک حرکت، بیونیک سنسورها، ردیابی و پردازش تحریک فیزیکی و شیمیایی، محل و جهت داخل یک محیط را بررسی می‌کند. روش تحقیق مقاله حاضر توصیفی- تحلیلی است. ابزار گردآوری داده مشتمل بر مطالعات کتابخانه ای و بنا به ماهیت تحقیق از نوع نظری و رویکرد بنیادین بوده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که خیلی از ربات‌های امروزی که از طبیعت الهام گرفته شده‌اند، در پهنه ربات‌های مقلد موجودات زنده قرار می‌گیرند. امروزه بسیاری از ربات‌ها از طبیعت الهام گرفته-شده‌اند و شاخه‌ای به نام رباتیک الهام گرفته از طبیعت را ایجاد کرده‌اند که اصطلاحاً نگارنده آن‌ها را «بیوروباتیک» نامیده است و روباتیک الهام‌گیرنده از طبیعت به مطالعه سامانه‌های زیستی می‌پردازد و به دنبال سازوکارهایی است که بتوانند در علوم و بالاخص معماری تاثیرگذار باشد.

واژگان کلیدی: آنتروپوبیونیک، روباتیک، بیومیمتیکس، الگوبرداری از جانداران.

[۱] مقاله همکاری مشارکتی با دکتر جینین بنیوس در قالب یک طرح مشترک استخراج شده است و با هماهنگی ایشان بصورت فارسی برای نشریه توسط نویسنده دوم ارسال شده است.

(*) نویسنده مسئول، **شماره تماس**: **+46-92337652**، رایانامه:info@biomimryinstitute@yahoo.com

۱- مقدمه و بیان مساله

فنّاوری‌های روباتیک با ماشین‌های خودکاری سروکار دارند که می‌توانند جای انسان را در محیط‌های خطرناک و یا در فرآیندهای تولید بگیرند یا می‌توانند از نظر ظاهر، رفتار و یا فرآیندهای یادگیری و درک شبیه انسان عمل کنند. امروزه بسیاری از ربات‌ها از طبیعت الهام گرفته‌شده‌اند و شاخه‌ای به نام رباتیک الهام گرفته از طبیعت را ایجاد کرده‌اند که اصطلاحاً نگارنده آن‌ها را «روبیونیک» نامیده است. این ربات‌ها همچنین شاخه جدیدتری به نام «رباتیک نرم» را نیز پدید آورده‌اند. بسیاری از اساطیر باستانی و بیشترین ادیان جدید در مورد انسان‌های مصنوعی صحبت کرده‌اند. برای نمونه می‌توان به خدمتکاران مکانیکی ساخته‌شده توسط خدای آهنگری و صنعت یونان باستان، هفائستوس، گولم‌های گِلی افسانه‌های یهودی، غول‌های گِلی افسانه‌های نورس (اسکاندیناوی) و گالاتئا، مجسمه افسانه‌ای متعلق به پوگمالیون که زنده شد اشاره کرد ((Sarah H. Wright. (2006). از زمان قرن چهارم قبل از میلاد مسیح، اساطیر جزیره کرت به تالوس اشاره می‌کردند. تالوس مردی ساخته‌شده از برنز (برنج) بود که از جزیره کرت در برابر حمله دزدان دریایی محافظت می کرد. در یونان باستان، مهندس یونانی به نام تسیبیوس (۲۷۰ سال قبل از میلاد) دانش خود در زمینه خواص هوا و گازها و همچنین هیدرولیک را به کار گرفت تا اولین ساز هیدرولیکی و همچنین اولین ساعت آبی با ارقام متحرک را اختراع کند. در قرن ۴ قبل از میلاد، ریاضی دان یونانی ارخوطس، پرنده ای مکانیکی ساخت که با بخار کار می‌کرد. او این پرنده را کبوتر خطاب می‌کرد (محموی نژاد: الف، ۱۳۹۹، ص ۱۸۷). در این مقاله به آنتروپوبیونیک و مهندسی انسان‌سنجی در معماری رباتیک با الگوبرداری فیزیولوژیکی از جانداران پرداخته می‌شود.

۲- روش‌شناسی و پیشینه تحقیق

روش: روش تحقیق مقاله حاضر توصیفی- تحلیلی است. ابزار گردآوری داده مشتمل بر مطالعات کتابخانه ای و بنا به ماهیت تحقیق از نوع نظری و رویکرد بنیادین بوده است.

پیشینه: هرون اسکندرانی، ریاضی‌دان و مخترع یونانی در قرن اول پس از میلاد چندین دستگاه خودکار ساخت که توسط کاربر قابل تنظیم بودند. او همچنین در متون باقی مانده از خود ماشین‌هایی را توصیف کرده که با فشار هوا، بخار و یا آب کار می‌کردند. در متن *Lokapannatti* (متنی متعلق به قرن ۱۱ بعد از میلاد در مورد کیهان‌شناسی آیین بودایی) آمده که یادگار های بودا توسط ربات‌های مکانیکی در برابر حملات امپراطوری رُم محافظت می‌شدند تا این‌که این ربات‌ها توسط آشوکا شاه خلع سلاح شدند. در چین باستان، کتاب *Lie Zi* متعلق به قرن سوم پس از میلاد، روایتی را از یک ماشین خودکار شبیه به انسان توصیف می کند. در این روایت که متعلق به چندین قرن قبل از نوشته شدن این کتاب است امپراطور چین *King Mu of Zhou* و یک مهندس مکانیک به نام *Yan Shi* که یک سازنده ماهر بود با یکدیگر ملاقات می کنند. در این ملاقات *Yan Shi*، یک کاردستی

مکانیکی به شکل پادشاه را با ابعاد مشابه با ابعاد واقعی او، با افتخار به او تقدیم می کند. این کاردستی از چرم، چوب و اعضای مصنوعی ساخته‌شده بود. همچنین در کتاب *Han Fei Zi* و سایر کتاب ها و سایر کتاب‌ها به مواردی از ماشین پرنده خودکار اشاره شده است. در این کتاب ها موزی، فیسلوف موهیستی قرن ۵ قبل از میلاد و *Lu Ban*، مهندس چینی هم عصر با او به‌عنوان مخترعین پرنده‌های مصنوعی چوبی که می‌توانستند واقعا پرواز کنند شناخته شده‌اند. در سال ۱۰۶۶، مخترع چینی، سوسانگ، ساعت آبی را به شکل یک برج ساخت که دارای مجسمه‌های مکانیکی بود که در ساعت‌های مختلف روز به حرکت در می آمدند (محموی نژاد: ب، ۱۳۹۹، ص ۳۲).

تصویر ۱. ماکتی از ساعت آبی سوسانگ؛ ماخذ: عکس از Getty Images

محققان شروع عصر ماشین‌های خودکار را از زمان اختراع ساعت آبی سوسانگ و مجسمه‌های مکانیکی آن دانسته‌اند. این مجسمه‌ها در ساعت‌های مختلف روز به حرکت در می‌آمدند. این مجسمه‌ها از مکانیزمی استفاده می‌کردند که در آن از یک ماشین درام قابل برنامه‌ریزی استفاده شده بود. در این سیستم بادامک‌هایی وجود داشت که به اهرم‌های کوچکی متصل شده بود و این اهرم ها، برای ایجاد صدا با استفاده از سازهای ضربه‌ای(پرکاشن) مورداستفاده قرار می‌گرفتند. با جابجایی بادامک‌ها به محل‌های مختلف، این ماشین درام ریتم‌ها و الگوهای مختلفی را به تولید می‌کرد. در ایتالیای دوران رنسانس، لئوناردو داوینچی در سال ۱۴۹۵ طرح‌های اولیه‌ای را از یک ربات انسان‌نما کشید. دفترهای یادداشت داوینچی که در دهه ۱۹۵۰ پیدا شد دارای طرح‌های با جزئیاتی از یک شوالیه مکانیکی بود که امروزه با نام ربات لئوناردو شناخته می‌شود. این ماشین می‌توانست بشیند و بازوها، سر و فکش را نیز تکان دهد. طراحی این دستگاه بر مبنای تحقیقات آناتومیک داوینچی بود که در طراحی دیگر او به نام مرد ویترویوسی نمایش داده شده است. معلوم نیست که داوینچی برای ساخت این ربات تلاش کرد یا خیر.

در ژاپن، بین قرن های ۱۷ تا ۱۹ ماشین‌های خودکار پیچیده‌ای به شکل انسان و حیوانات ساخته می‌شد. بسیاری از این ماشین‌ها در کتاب Karakuri zui متعلق به قرن ۱۸ نمایش داده شده‌اند. یکی از این ماشین‌ها، یک عروسک مکانیکی به نام karakuri ningyō بود. مدل‌های مختلفی از karakuriنیز وجود داشت؛ Butai karakuri که اغلب در نمایش‌ها مورد استفاده قرار می گرفت، Zashiki karakuri که کوچک بود و در خانه‌ها استفاده می‌شد و Dashi karakuri که در مراسم مذهبی استفاده می‌شد. در این گونه مراسم مذهبی از این عروسک‌ها برای بازآفرینی افسانه‌ها و اساطیر استفاده می‌شد (محموی‌نژاد: پ، ۱۳۹۹، ص ۱۸۷).

۳- ادبیات تحقیق

۳-۱ ربات و رفتار حیوانی

واژه ربات می‌تواند هم به ربات‌های واقعی و هم به واسط‌های مجازی نرم افزاری اشاره کند؛ البته در بیشتر موارد برای مورد دوم از واژه «بات» استفاده می‌شود. به‌طورکلی، در مورد این‌که چه ماشین‌هایی در دسته ربات‌ها قرار می‌گیرند اجماع جمعی وجود ندارد اما تقریباً تمام متخصصان و همچنین مردم معتقدند که ربات‌ها همه یا برخی از توانایی‌ها و قابلیت‌های زیر را داشته باشند: *۱- قبول کردن برنامه‌نویسی الکترونیکی ۲-پردازش داده‌ها یا درک‌های فیزیکی به‌صورت الکترونیکی ۳- تا حدودی خودگردان عمل کردن ۴- جابجا شدن ۵- استفاده از اجزا مختلف بدنه خود به‌صورت کاربردی یا استفاده از فرآیندهای فیزیکی، توانایی تشخیص و ایجاد تغییر در محیط و توانایی نشان دادن رفتار هوشمندانه؛ به‌خصوص رفتاری که شبیه به رفتار انسان‌ها یا سایر حیوانات باشد.* زیست-شناسی مصنوعی رشته‌ای است که ارتباط نزدیکی با مفهوم ربات دارد. در این رشته به مطالعه گونه‌هایی که طبیعت‌شان به‌جای ماشین‌ها، بیشتر شبیه به موجودات است پرداخته می‌شود (گلابچی، ۱۳۹۹، ص ۱۸۷).

۳-۲ معماری در فضا و بیوروبوتیک

۳-۳ آنتروپوبیونیک

رباتیک، ایمپلنت‌های بیونیک؛ آنتروپوبیونیک کل موضوع تعامل انسان - ماشین و ارگونومیک را بررسی می‌کند.

۳-۴ روبوبیونیک سنسوری

بیونیک سنسوری، نوروبیوتیک (بیوتیک عصبی) و بیونیک حرکت. بیونیک سنسورها، ردیابی و پردازش تحریک فیزیکی و شیمیایی، محل و جهت داخل یک محیط را بررسی می‌کند. این به شدت به حوزه‌های بیونیک حرکت و نوروبیونیک که در مورد تحلیل داده‌ها و پردازش اطلاعات هستند مربوط می‌شود. راه رفتن با شش‌پا پایدارترین تغییر حرکت جانداران پادار است. هنگامی‌که سه تا از

پاها گام بعدی را می‌سازند (برمی دارند)، بقیه یک مثلث پایدار را تشکیل می‌دهند. تلاش‌ها برای تقلید این نوع حرکت به طور مصنوعی(بیونیک حرکت کلاسیک) بدون مدارهای کنترلی حسی و تنظیمی پیچیده امکان‌پذیر نخواهد بود. پژوهش‌های کنترل حرکت حشرات پسبنده نشان داد که تبادل اطلاعات در امتداد پاهای هر طرف رخ می‌دهد، پای جلو به بعدی اطلاع می‌دهد، پای وسطی به آخری. کنترل، توسط شش نود (گره) مستقل که به یکدیگر متصل هستند تمرکززدایی (نامتمرکز) می‌شود. هر پا مولد گام خاص خود را دارد. واحد کنترل نامتمرکز (تمرکززدایی شده)، اصل شبکه‌های عصبی را تقریب می‌زند. لاورون دوم (لاو فندر روبوتر دوم) که در سال ۱۹۹۶ توسعه یافت، به‌عنوان یک پلتفرم (سکو) برای بررسی مفاهیم کنترل حرکت خدمت کرد تا وسیله نقلیه‌ای برای زمین‌های ساخت نیافته (که در آنجا مزیت بزرگی بر چرخ دارد). لاورون دوم با ۱۵۰ سنسور (حسگر) با اهداف مختلف کنترل حرکت آن مجهز شده است. نتایج برای این نوع حرکت، کاربردهایی در توسعه ماشین‌ها، وسایل نقلیه و ربات‌ها برای مناطقی که به دلایلی دسترسی به آن‌ها دشوار است (کانال‌های فاضلاب، جنگل‌ها، نواحی معدنی، سطح مریخ و...) پیدا می‌کند. راه رفتن انسان دوپا هنوز یک چالش برای پژوهشگران باقی می ماند.

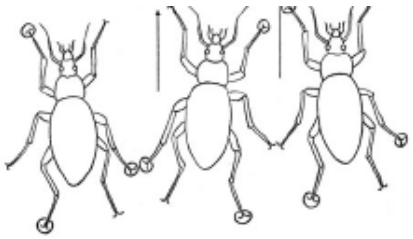


Fig.49 Motion pattern of six-legged walk.

Fig.47 Stick insect.

تصویر ۲. حشره چسبنده و شکل ۴۸ لاورون دوم؛ ماخذ: Benyus, 2018, p. 38

تصویر ۳. الگوی حرکت راه رفتن ششپایی و کرکس سیاه، ماخذ: Benyus, 2018, p. 39

از زمان ظهور حیات بر روی کره زمین طبیعت و ساختارها و نظام‌های زیست‌شناختی در حل مسائل مهندسی نقش داشته است. طراحی و عملکرد گیاهان و جانوران در فرایند تکاملی طی میلیون‌ها سال بهینه شده است. این الگوها که در زمان‌های طولانی به وقوع پیوسته به راحتی مورد استفاده جهان آشفته مهندسی قرار نمی‌گیرد. به همین دلیل برای به دست آوردن راه‌حل‌های بهتر از طبیعت باید تلاش کرد. معیارهای زمان ممکن است متفاوت باشد اما اهداف و اجبار های طراحی کردن بسیار مشابه است. توجه به عملکرد با ارزش، بهینه سازی و بهبود کیفیت همه و همه موجب فشار در

طراحی‌ها می‌گردند. بنابراین تعجب‌آور نیست که بشر معمولاً ساختارهای زیست‌شناختی را تحسین کرده و اغلب از آن‌ها الهام گرفته و از این الهام‌گیری برای مهندسی و برنامه‌ریزی استفاده نموده است. با گذشت سال‌های متمادی و با پیشرفت علم، درخت دانش انسانی پربارتر شده است. صد سال پیش مباحث ترمودینامیک، نور و الکتریسته با هم تمامی علم فیزیک را تشکیل می‌داده‌اند. ولی امروزه هیچ کس نمی‌تواند ادعا کند که همه چیز را درباره نور می‌داند. بین فیزیک‌دانان متخصص نور که روی پارامترهای عدسی دوربین کار می‌کنند و پژوهش‌گری که با نور لیزر آزمایش انجام می‌دهد شکاف بزرگی به وجود آمده است. هر روزه تقسیم بندی علوم به موضوع‌های جدید ادامه پیدا می‌کند چون بر تعداد پژوهش گران و محققانی که به بررسی موضوع‌های بیشتر و تازه‌تر می پردازند، مرتباً افزوده می‌شود و بدین‌ترتیب یک روش تخصص‌گرایی در جهان گسترش پیدا کرده است. حال این سؤال ایجاد می‌شود که آیا افراط در تخصص ثمرات خوبی به همراه دارد یا پیشرفت صنعت را به مخاطره می اندازد؟ آیا بهتر نیست دانشی که از علوم تخصصی به دست می‌آید به وسیله‌ای گسترش یافته و به صورت یک دانش عمومی درآید؟ در این رابطه و برای کاربرد بهترتحقیقات، علوم رابط یا بین رشته‌ای از نیمه دوم قرن بیستم پا به عرصه حضور گذاشتند و در حوزه این علوم بین رشته‌ای شرایط مناسبی برای تداخل اندیشه‌ها و تخصص‌ها فراهم آمده که موجب پیشرفت پژوهش‌ها می‌گردد در این رابطه یکی از این علوم بین رشته‌ای بیونیک می‌باشد که با تداخل اندیشه‌های زیست‌شناسان و مهندسان پیشرفت‌های چشم‌گیری در عرصه تمام علوم به دست آورده و منجر به بهبود و سازگاری بهتر انسان و صنایع بشری با طبیعت شده است اهمیت زیاد بیونیک به دلیل بین رشته‌ای بودن آن می باشد. در این زمینه محققان از استخراج ایده‌های زیست‌شناسی و طبیعت و به کار بردن آن‌ها برای راه‌حل‌های مهندسی تمام علوم سود می جویند. به طور کلی مهندس کسی است که توانائی استخراج عملکرد ماکزیمم با هزینه مینیمم را از موادی که در دسترس دارد، داشته باشد و یک طرح مناسب برای رسیدن به هدف ارائه کند در صورتی‌که مهندسان اغلب به وسیله برچسب‌هایی که خودشان می‌سازند محدود شده اند. ولی در طبیعت مرزهای بین مواد و ساختارها از بین رفته است و مطالعه سیستم‌های بیولوژیکی به‌منظور درک جنبه‌های طراحی برای هدف‌های مورد نیاز مفید واقع می‌شود. دلیل اصلی موارد ذکر شده این می‌باشد که ساختارهای بیولوژیکی اغلب چند عملکردی هستند به همین دلیل است مهندسی خلاقیت بیونیک به عنوان یکی از راهکارهای نوین حل مسئله‌های مهندسی ارائه شده و راهبردهای آن به طور مستمر استفاده می گردد. نخستین کسی که برای اولین‌بار واژه بیونیک را به کار برد جک‌ای. استیل(J.E. Steel) بود. او مقاله‌ای در مورد بیونیک در سال ۱۹۶۰ در همایش نیروی هوایی Wrighr - Patterson در داتیون اوهایو(Dayton Ohio) ارائه کرد. تعریف او از بیونیک

عبارت است از: بیونیک علم سیستم‌هایی است که شالوده آن‌ها سیستم‌های زنده می باشد یا خصوصیات سیستم‌های زنده را دارند و یا به سیستم‌های زنده شباهت دارند.

۳-۵ آنتروپوبیونیک و مهندس انسان سنجی

انسان همواره برای الهام گرفتن به‌جهان زنده پیرامون خود نگریسته است. یکی از بهترین طرح‌های شناخته شده از لئوناردو دواینچی (۱۵۱۹ – ۱۴۵۲) می‌باشد. او طرحی از یک ماشین پرنده براساس ساختمان بدن یک خفاش رسم نمود. البته امروزه وقتی هواپیماها در اطراف زمین پرواز می‌کنند هیچ‌کس درباره دانشمند ایتالیایی «پیر» که از مشاهده طبیعت این مطلب را الگوبرداری کرد، فکر نمی‌کند. بعد از لئوناردو داوینچی دو پروفسور آناتومی «کارل کارمن و هارمن ون‌مای» یک مدل ویژه از لگن خاصره انسان در دو سیستم داخلی و خارجی تهیه کردند که با یکدیگر مقاومت در برابر استرس‌های فشار و نیروهای کششی را تضمین می‌کنند. از نمونه‌های دیگر نیز می توان کارهای ایگو اتریچ و اگنازیو (Igo Etrich & Ignazio) را نام برد. آن‌ها اولین هواپیمای بی موتور سبک را با کپی‌سازی از دانه‌های بازدانگان ساختند که به وسیله باد منتقل می‌شد و می‌توانست فاصله‌های قابل ملاحظه‌ای را بپیماید چهارصد سال (۱۸۹۰ (بعد از لئوناردو دواینچی، کلمان آدر ماشین پرنده‌ای با طرح او تهیه کرد؛ با این تفاوت که ماشین پرنده وی دارای موتور بود و به جای اینکه بال‌ها را به حرکت درآورد از ملخ استفاده می‌نمود. اورتولیلینتال (O.Lilienthal 1849-1896) یکی از پیش-کسوتان پرواز در سال ۱۸۸۹ کتابی تحت‌عنوان پرواز پرنده در مقام زیر بنای هنر پرواز منتشر کرد و گلایدری تحت عنوان گلایدر لیلینتال با الگوگیری از بال های پرندگان ساخت و آن را مرغ- کبوتر (Taube) نامید. در سال های جدید نیز الگوگیری‌های زیادی از طبیعت انجام شده است. در سال ۱۹۲۷ مهندس سویسی، جورج دمسترال(George de Mestral) متوجه شد که دلیل چسبیدن گیاه Cocklebursبه پوستین او، هزاران قلاب کوچکی بود که هر جوانه گیاه را پوشانده است. او هشت سال صرف کرد و Velcro (کف پوش و قلاب های چسبنده) را مشابه قلاب‌های این گیاه ابداع نمود.

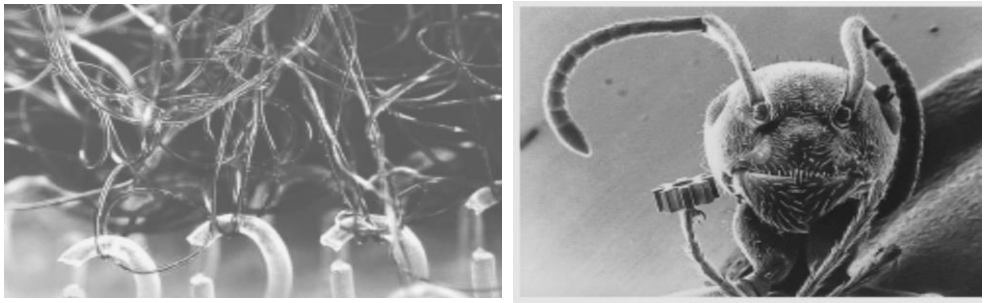
۴- بیان یافته‌های تحقیق

در این زمینه اندیشمندان زیر نظریات بدیعی ارائه کرده اند که در ادامه به انها اشاره می‌شود.

۴-۱ رادولف باناش

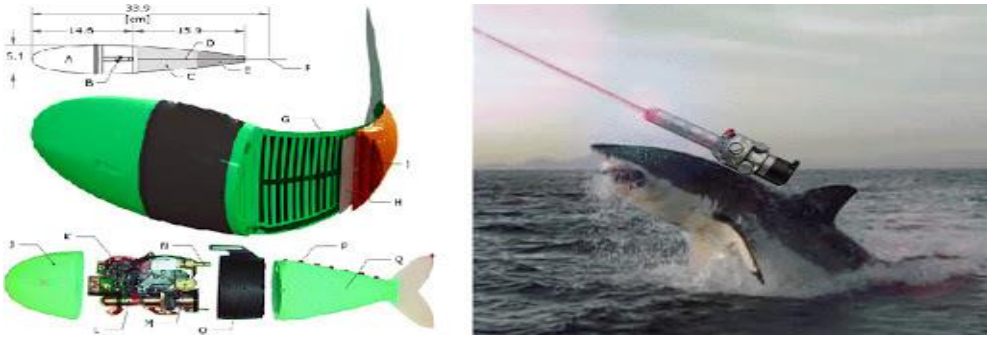
رادولف باناش عضو هیئت German Biokon-network (شبکه Biokonآلمان) است. او یک زیست‌شناس متخصص در نوروفیزیولوژی (فیزیولوژی عصبی) است که در حوزه‌های مورفولوژی کارکردی وسیله پرواز پرندگان، در مکانیک سیالات، پرواز زیر آب پنگوئن‌ها، مطالعات مقایسه‌ای بین ارگانیسم‌های شناگر وپروازی کار می‌کند. فارغ التحصیل دانشگاه فنی برلین، شرکت خود اوولوجیکز (Evologics) را در سال ۱۹۹۹ در آنجا تأسیس کرد.او در این چارچوب پژوهش‌ها و

توسعه پروژه‌های گوناگونی را انجام داد برای مثال وسایل نقلیه زیردریایی خودکار (خودکنترل)، سیستم‌های به کاراندازی (فعالسازی) جدید، پروانه‌های بیومیمتیک (زیست-تقلیدی)، برقراری ارتباط در زیر آب بر اساس مدل نقش گرفته شده از دلفین‌ها و کاربرد به‌اصطلاح فناوری پرتو باله‌ای و در ادامه طرح اصل باله‌ها (فین‌ها). رادولف باناش و توماس اسپک، همراه بسیاری افراد دیگر متعلق به نسل جدید پژوهشگران بیونیک در آلمان، پس از بازنشستگی اینگو رچنبرگ و ورنر ناچتیگال هستند. «فناوری پرتو باله» یک ساخت بیولوژیک است که توسط گروه پژوهشی رادولف باناش کشف و به کار برده شد. آن‌ها دریافتند که باله دم یک ماهی واکنش عجیبی به فشار نشان می‌دهد.باله با هل دادن به یک طرف، به سمت دیگر خم نمی‌شود، همانطور که ممکن است شخص انتظار داشته باشد اما در عوض کل باله در برابر نیروی کنش (اعمال شونده) جهش می‌کند.علت این، مهاربندی شعاعی در داخل پره (باله) است.



تصویر ۴. مورچه با میکرودنده (چرخ دنده میکروسکوپی) و ولکرو؛ ماخذ: آرشیو نگارندگان.

رباتیک نرم (انگلیسی *Soft robotics*) زیرشاخه خاصی از رباتیک است که با ساخت روبات‌هایی از مواد بسیار سازگار، مشابه آنچه در موجودات زنده موجود است، سروکار دارد. سامانه‌های ساخته‌شده بر اساس روباتیک نرم بهینه‌سازی می‌شوند تا مطابق با زیستگاه آن‌ها کارهای تعیین شده‌ای را انجام دهند. این در حالی است که روباتیک الهام‌گیرنده از طبیعت به مطالعه سامانه‌های زیستی می‌پردازد و به دنبال سازوکارهایی است که بتوانند مشکل‌ها و موانع موجود در حوزه مهندسی و ساخت روبات‌ها را از سر راه بردارند. در مرحله بعد، طراح ربات باید سازوکار ساخته شده را ساده کند و آن را ارتقاء دهد تا وظیفه معینی که مدنظر سازنده آن است انجام دهد. روباتیک الهام‌گیرنده از جانداران روی اجزایی مثل حسگرهای زیستی (چشم)، فعال‌کنندگان زیستی (ماهیچه) یا مواد زیستی (ابریشم) تار عنکبوت متمرکز است ((Asoko, H., deBoo, M. (2001)).



تصویر ۵. روبیونیک بر اساس شکل کوسه دریایی؛ ماخر: آرشیو نگارندگان.

بیشتر روبات‌ها از نوعی سامانه حرکتی برخوردار هستند. رفتارهای حرکتی روبات‌ها بر پایه رفتارهای حرکتی جانوران طراحی و برنامه‌نویسی می‌شوند. حرکت در جانوران به‌طور کلی به دو دسته حرکت روی سطح و حرکت در سیالات طبقه‌بندی می‌شود:

۱. دسته اول شامل حرکت در خشکی و حرکت روی سطوح درختان است.

۲. دسته دوم نیز شنا کردن و پرواز کردن را شامل می‌شود.

در کنفرانس معماری آینده که در کیف برگزار شد، این فرصت را فراهم شد که با برخی از موسسات برجسته معماری جهان در مورد افکار عمومی و چالش‌های خاص خود در مورد این موضوع صحبت کنیم. درک بسیاری از افراد به عنوان یک انحراف، از آنجایی که ما نباید در مورد شروع تمدن‌های جدید در فضای بیرونی فکر کنیم، هنگامی که هنوز یک راه‌حل کارآمد در سیاره خودمان را حل نکرده‌ایم، بسیاری دیگر نیز بودند که زندگی در فضا را این‌گونه می‌دانند. یک فرصت بزرگ با پتانسیل سوق دادن صنعت به سمت آینده‌ای بهتر که منجر به فن‌آوری‌های جدید و روش‌های جدید تفکر برای مشکلات فعلی ما می‌شود.

.

تصویر ۶. پرژه مریخ با روبات؛ ماخذ: آرشیو نگارندگان.

در آزمایش برای ناسا، *AI SpaceFactory* با استفاده از کامپوزیت‌های بیوپلیمر و بازالت به عنوان یک ماده ساختاری فوق‌العاده قوی، این مواد را که در زمین به وفور یافت می‌شوند و گزینه‌های پایدارتری برای بتن و فولاد هستند را تولید کرد که ۹٪ از انتشار جهانی کربن را تولید می‌کند. شرکت

دیگری که روی این چالش کار می‌کند، فضاپیمایی است که مسائل مربوط به انسان (مثلاً خرد اجتماعی) را برای بهبود کیفیت زندگی و ادغام سیستم‌های فنی با رابطهای انسانی بررسی می‌کند. از بازی‌های تعاملی برای فضانوردان، گرفته تا طراحی گلخانه و یا ماه واکر، یک پایه قمری قدم زده است که با این فرض طراحی شده است که فضا و عناصر مکانی ارتباط نزدیکی با رفتارهای انسان دارند. خوشبختانه، ما می توانیم بسیاری از فرضیه‌های طراحی محور- انسان را قبل از اعزام افراد به زندگی در فضا، در چندین محیط آنالوگ بر روی زمین که سیستم‌های بوم شناسی بسته مانند قطب جنوب، بیابان‌ها و زیرزمین هستند را آزمایش کنیم.

۴-۲ بیوروبات معمار پرنده‌شکل

روبات‌های پرنده مرکز FRAC در فرانسه نمایشی خیره‌کننده را به اجرا درآورده اند و توانایی روبات‌ها را در کار گروهی به بسیاری از منتقدان آن‌ها به اثبات رسانده‌اند. به گزارش بنانیوز گروهی از این روبات‌ها در نمایشگاهی که مرکز FRACدر آن حضور پیدا کرده است، توانستند با استفاده از هزار و ۵۰۰ قطعه آجر پلی استیرنی برجی به ارتفاع ۶ متر بسازند.

نشـــریـه علمی فرهنگ و زیست فناوری معماری، سال ۱، شماره ۱

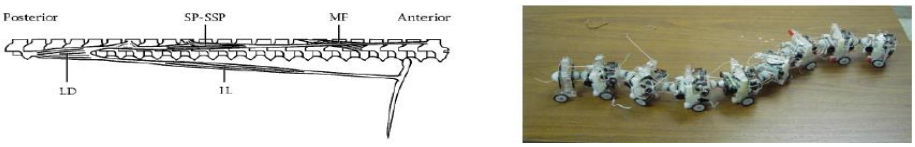
تصویر ۷. بیوروبات معماری؛ ماخذ: آرشیو نگارندگان.

هر یک از این روبات‌های کوادروکوپتر مجهز به قطعات الکترونیکی و حسگرهایی است که امکان کنترل دقیق آن‌ها را به وجود آورده و همچنین می‌توان آن‌ها را از پیش برنامه‌ریزی کرد. به بیانی دیگر می‌توان مسیر پرواز و انحناها و پیچشهای موجود در مسیر را برای روبات تعریف کرد. بر اساس گزارش گیزمگ، به علاوه فناوری مدیریت گروه روبات‌ها از برخورد آنها با یکدیگر در حین پرواز جلوگیری می‌کند. این نمایشگاه توسط شرکت سوئیسی «گرامازیو» و طراح روبات ایتالیایی به نام «رافائلو داندرا» برگزار شده است.

۴-۳ بیوروبات مارشکل

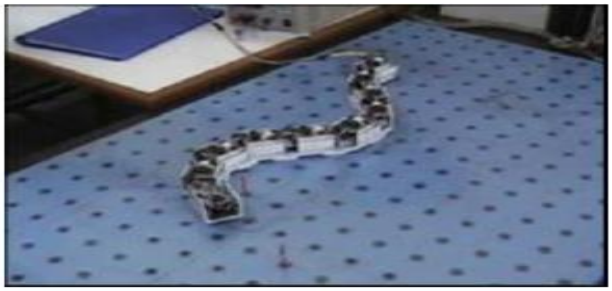
بیشتر تمرکز تحقیقات انجام شده روی روبات‌های مارشکل بر روی چگونگی ایجاد حرکت، کنترل و یا حل دینامیک روبات بوده است و تلاش کمتری در مطالعه ساختار بدن مار و اقتباس از ظرایف آن در طراحی شده است. در نتیجه روبات‌های متحرک مارشکل ساخته شده تاکنون چیزی فراتر از

یک نمونه آزمایشگاهی نیستند و هنوز پا به عرصه صنعت نگذاشته‌اند(S.-c. ,Cen, X.-r., J.-m. Zhan Yang and Y. Ma (2008).

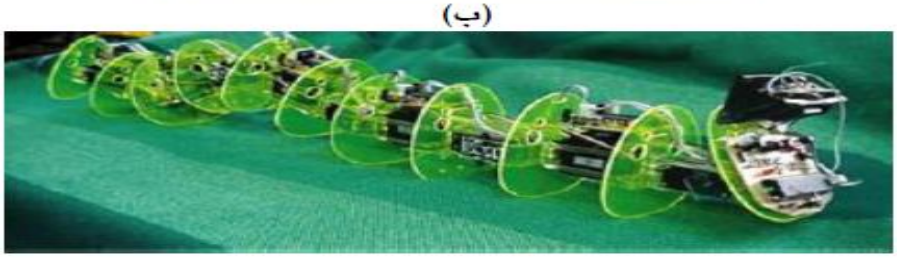


تصویر ۸. ساخت روبات بر اساس اسکلت مار و کاربردی در معماری؛ ماخذ: برازنده و دیگران، ۱۳۸۹، ص ۱۱.

مطالعه آناتومی مار و ارائه راه‌کارهای تازه در طراحی روبات‌های مارشکل است تا قابلیت تبدیل آن‌ها به یک روبات صنعتی متحرک افزایش یابد. نتیجه این کار یافتن اثر آناتومی مار در کاهش گشتاور محرک‌ها و طرز تولید نقاط تکیه‌گاهی در حرکت موجی کناری است که به طراحی روبات-های مارشکل بدون چرخ کمک می‌کند.



(ب)



تصویر ۹. ساخت روبات بر اساس اسکلت مار و کاربردی در معماری؛ ماخذ: برازنده و دیگران، ۱۳۸۹، ص ۱۱.

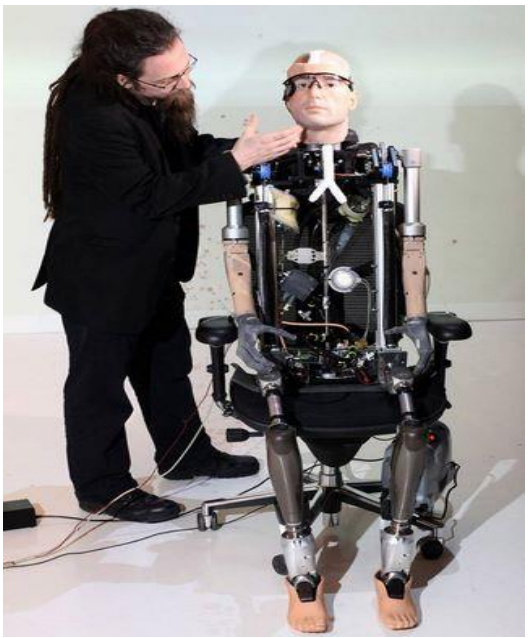
۴-۴ بازوی بیوروباتیک نوازنده

ک بازوی بیونیک ساخته شده که می‌تواند تخم‌مرغ‌ها را نگه دارد و پیانو بنوازد. در حقیقت این بازو می‌تواند حرکات دست انسان را تقلید کند. «هیون مین دو» از انستیتو ماشین‌آلات و مواد کره جنوبی این بازو را ساخته و ادعا می‌کند این ابزار می‌تواند آب بریزد و قیچی را کنترل کند. این بازوی رباتیک دارای ۴ انگشت است که هرکدام از آنها ۳ بند دارند، به همین دلیل مانند دست انسان انعطاف‌پذیر است و می‌تواند اشیا را با قدرت کنترل کند. به گفته سازندگان این ربات می‌توان از آن در کارخانه یا صنایع مختلف استفاده کرد و به ربات‌ها اجازه داد به طور فیزیکی با جهان اطراف ارتباط برقرار کنند. بازوی مذکور ۲,۲ پوند وزن دارد و می‌تواند جسمی با ۳ برابر وزن خود را بلند کند. در این بازوی رباتیک ۲ نوع حسگر وجود دارد که لمس با قدرت‌های مختلف را شناسایی

می‌کند. این حسگرها در نوک انگشتان، انگشتان و کف دست ابزار به کار رفته اند تا هرگونه شی را شناسایی کنند. به گفته محققان این بازو مانند دست انسان کار می‌کند و ساختار و حرکات انگشتان واقعی را تقلید می‌کند. در کل ۱۲ موتور هر انگشت و مفصل‌های آن را به طور جداگانه حرکت می‌دهند.

۴-۵ مرد بیوروباتِ معمار

پروژه مرد بیونیک که با همکاری مهندسان از سراسر جهان در حال انجام بود سرانجام با برداشتن اولین گام‌ها توسط مرد بیونیک پایان یافت و اولین مرد بیونیک جهان متولد شد. نام این روبات Rex مخفف(Robotic Exoskeleton) به‌معنی اسکلت رباتیک است. رکس برای مستندی از شبکه‌ی ۴ تلویزیون بریتانیا با عنوان «چگونه یک انسان رباتی بسازیم» ساخته شده و چیزی حدود ۱ میلیون دلار هزینه دربرداشته است.



تصویر ۱۰. روبات انسان نمای رکس؛ ماخذ: آرشیو نگارنده.

۴-۵ بیوروبات خفاشی فستو

شاید در مورد سگ‌های رباتیک، ماهی‌های رباتیک و حتی بازوهای رباتیک اختاپوسی شنیده باشید. تقلید و هماهنگی طراحی‌ها با طبیعت که پایه‌گذار علم بیونیک است، می‌تواند منجر به خلق بهترین طراحی‌ها شود. شرکت اتوماسیون صنعتی فیستو (Festo) که موفق به طراحی پروانه‌های رباتیک، کانگورو و حتی مورچه‌های ربات شده بود، در آخرین محصول خود یک ربات خفاشی طراحی کرده است.

تصویر ۱۱. روبات خفاشی فستو؛ ماخذ: آرشیو نگارنده.

۴-۶ بیوروبات عروس دریایی هوشمند

عروس‌های دریایی موجودات بسیار شگفت‌انگیزی هستند که از حدود ۹۹ درصد آب تشکیل شده‌اند. این موجودات تطبیق‌پذیری بالایی دارند و طی میلیون‌ها سال توانسته‌اند در متنوع‌ترین محیط‌ها زندگی کنند و خود را با شرایط محیطی جدید سازگار نمایند. این موجودات مصنوعی دارای مکانیسم هوشمند و سازگارانه بوده و با درایوهای الکترونیکی مجهز شده‌اند. ارتباطات یکپارچه، حسگرهای پیچیده، موقعیت‌یابی و همچنین تشخیص زمان واقعی، این مدل را قادر می‌سازد تا رفتارهای جمعی و هماهنگ را حتی در فضایی بسیار محدود به نمایش گذارد. عروس دریایی هوشمند، به‌عنوان بخشی از شبکه آموزشی بیونیک فستو توسعه یافته است. فستو فعالیت و تلاش خود را برای انتقال اصول پایه طبیعی به جهان صنعت از طریق ارتباط با دانشگاه‌های معتبر، موسسات و شرکت‌های توسعه‌دهنده شروع نموده است. ساخت و ساز و توسعه عروس دریایی مصنوعی، تلاشی در راستای نزدیک‌تر شدن به این موجودات جذاب و همچنین شناخت بیشتر رفتارهای طبیعی آن‌ها است. برای اولین بار در نمایشگاه هانوفر در سال ۲۰۰۸ ارایه شد.

۴-۷ بیوروبات عنکبوتی

محققان در لابراتوار Jet Propulsion ناسا در Pasadena، ربات کوچکی اختراع کرده‌اند که یادآور شخصیت‌های کارتونی است و به‌دلیل ظاهر عنکبوت شکل آن به‌نام Spider-bot خوانده می شود. این روبات پیشرفته ممکن است روزی برای کاوش و اکتشاف در سطح سیارات دیگر به کار گرفته شود و همچنین موجودات دیگر، ستاره‌های دنباله دار، شهاب‌های آسمانی، خرده سیارات، و قمرها را کشف و بررسی کند. ربات عنکبوتی، احتمالاً برای تعمیر و نگهداری از طرف ایستگاه بین‌المللی فضایی (International Space Station) حمایت می‌شود. این ربات‌ها، ممکن است در زمین به عنوان جایگزینی برای انسان در رسیدگی و جمع آوری اطلاعات از مناطق پر خطر استفاده شوند. ویژگی‌های این روبات عبارت است از:

۱. طراحی خاص عنکبوت شکل؛
۲. به کارگیری پا به جای چرخ در مریخ پیما؛

۳. حرکت حشره مانند پاها (شش پا)؛
۴. قابلیت حرکت در سطوح ناهموار و عبور از موانع؛
۵. شناسایی موانع با استفاده از حسگرها؛
۶. شناسایی محیط با استفاده از دوربین های مجهز؛
۷. قابلیت ایجاد یک شبکه ارتباطی؛
۸. هزینه کم.

رابرت هوگ (Robert Hogg) مهندس این پروژه می‌گوید: «مریخ‌پیماهای معمول، چرخ‌های بسیار کارآمدی دارند. اما در اینجا کارهایی می‌توان با پاها انجام داد که شما با چرخ نمی توانید انجام دهید». هوگ، تیم تحقیقات ربات کوچک را رهبری می‌کند. او همچنین می‌گوید: «ما قصد داریم تا ربات کوچک و توانایی بسازیم که بتواند نواحی مختلف در محیط‌های مختلف را کاوش کند. به عبارت دیگر، در هر زمان، به هرجا برود پاهای ربات عنکبوتی از موانع و صخره‌ها بالا رفته و به مکان‌هایی می‌رسد که در حالت عادی برای مریخ پیماهای چرخ‌دار غیر قابل دسترس است. یک ربات حشره‌شکل جستجوگر، می‌تواند از لبه‌ها و دهانه کوه‌ها بالا رود و یا از صخره‌های دندانه‌دار و ناهمواری‌هایی که در حالت دیگر نمی‌توان از آن‌ها بالا رفت، بالا برود؛ اما ویژگی مهمی که باید در این ربات تقویت شود سرعت آن است. چرخ به شما کمک می‌کند سریع‌تر حرکت کنید و انرژی کم تری مصرف کنید.

۴-۸ ماهی ربات مجهز به ردیاب جی‌پی‌اس

در واقع این دستگاه اولین دستگاه هوشمندی است که ساخته شده است و به ما این امکان را می‌دهد که با کنترل و از راه دور تصاویر و فیلم‌های زیبایی از زیر دریا ضبط کنیم. این دستگاه که وزنی معادل یک کیلو و صد گرم دارد با داشتن یک دوربین کوچک به ما امکان ضبط تصاویر و ویدئو با کیفیت اچ دی را می‌دهد. به طوری‌که زاویه دید دوربین آن ۱۵۰ درجه است و نگرانی بابت وجود نقاط کور نیست این دوربین دارای یک رم ۳۲ گیگابایتی است و به راحتی ۹۰ تا ۱۲۰ دقیقه ویدئو می‌تواند ضبط کند. به نوعی می توانید هنگام شنا کردن فرزندان خود یا حتی خود شما با در اختیار داشتن این دستگاه تصاویر با ارزشی را بگیرید.

۴-۹ نیم‌پرنده، نیم‌ربات

احتمالاً برای شما هم پیش آمده است که پرنده‌ای در منزل، مدرسه یا محل کار به درون ساختمان آمده باشد و راه خروج را گم کرده و خود را به در و دیوار بکوبد. ترس و جیغ و بهم ریختن محیط هم از تبعات معمول چنین وضعیتی است. اگر شانس دیدن چنین صحنه‌ای را نداشته‌اید، یا دوست دارید دوباره آن را تکرار کنید پرنده بیونیک آویترون ۲ می‌تواند به شما کمک کند!

تصویر ۱۲. نیم پرنده نیم روبات؛ ماخذ: سایت فرانو، ۱۳۹۸.

۴-۱۰ روبات‌های روبوبیونیک

این روبات‌های حیوان‌نما به محققان کمک می‌کنند درک بهتری از تکامل و حرکت حیوانات به دست آورند، به‌طوری که پرده از اسرار زندگی حیوانات بر داشته شود. به‌طور مثال حیوانات چگونه از پس انجام وظایف شگفت‌انگیز خود بر می‌آیند. اما محدوده فعالیت این ربات‌های حیوان‌نما تنها در زمینه تحقیقات نیست، بلکه از آن‌ها برای انجام فعالیت‌های خطرناکی همچون کمک‌رسانی به نیروی‌های امدادی نیز استفاده می‌شود. از جمله این روبات‌ها می‌توان به ساخت زیردریایی بر مبنای فیزیولوژی دولفین‌ها، سیستم‌های راداری بر پایه فیزیولوژی‌ها خفاش‌ها اشاره کرد. در در حوزه روبات‌های انسان‌نما می‌توان به روبات آتش‌نشانی که هم اکنون توسط کشورهای استرالیا، مکزیک و آلمان برای اطفاء حرق مورد استفاده قرار می‌گیرد، اشاره کرد.

۴-۱۱ بیوروبات Pleurobot

روبات دوم که Pleurobot نام دارد، بر پایه سمندر طراحی شده است. این روبات به دانشمندان کمک می‌کند سیر تکامل جانوران و درمان ستون فقرات را درک کنند. توسعه‌دهندگان EPFL در مؤسسه فناوری فدرال سوییس ۶۴ نقطه در ستون فقرات سمندر را برای طراحی این ربات شناسایی کرده و مورد استفاده قرار داده‌اند. این روبات در ماموریت‌های جستجو و نجات نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تصویر ۱۳. بیوروبات با الهام گرفتن از سمندر؛ ماخذ: سایت فرانو، ۱۳۹۸.

۴-۱۲ بیوروبات Festo

Festo یک تأمین کننده اتوماسیون آلمانی است. این شرکت آلمانی هر ساله بر اساس الهام گرفتن از طبیعت اقدام به ساخت روبات‌هایی بر پایه شبکه یادگیری بیونیک می‌کند. سال گذشته، Festo این روبات کانگورویی شکل که همانند کانگورو توانایی پریدن از روی موانع را دارد طراحی کرده است. این کانگورو بیونیک با هر بار پریدن انرژی لازم برای پریدن بعدی را به دست می‌آورد. تاندون‌های پلاستیکی به این کانگورو این توانایی را می‌دهند تا در مدت زمان محدودی با سرعت بالایی حرکت کند. این روبات به منظور ارائه درک درستی از شیوه به کارگیری هوشمندانه انرژی طراحی شده است.

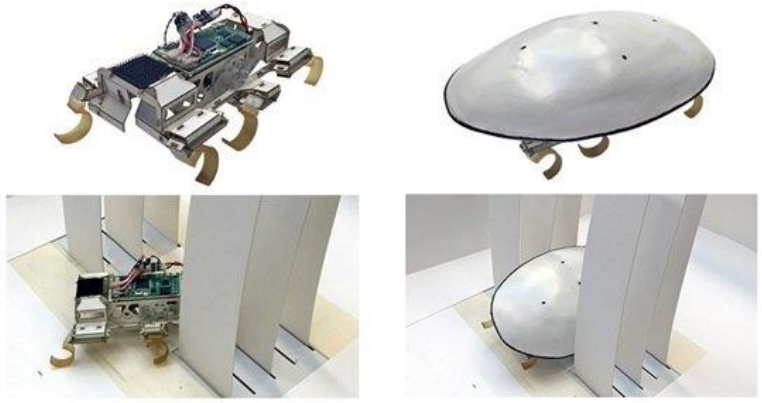
۴-۱۲ بیوروبات قورباغه پرنده

مهندسان دانشگاه‌های هاروارد، US San Diego و کالج دارویی Weill Conell روباتی را با الهام گرفتن از قورباغه‌ها طراحی کرده‌اند. این روبات به گونه‌ای طراحی شده است تا همانند یک قورباغه توانایی پرش کردن را داشته باشد، با این تفاوت که قدرت لازم برای پرش کردن را از طریق احتراق اکسیژن و بوتان به دست می‌آورد. این روبات همانند یک موشک پرش می‌کند. ساختمان فیزیکی این قورباغه پرنده به این شکل است که در بخش بالایی از مواد محکم و بخش انتهایی از پلاستیک انعطاف‌پذیر ساخته شده است. این ترکیب نرمی و سختی باعث شده است تا این روبات در برابر تغییرات ناگهانی مقاوم بوده و در زمان فرود آمدن شوکی به آن وارد نشود. همه بخش‌های این روبات با استفاده از فناوری سه بعدی طراحی شده‌اند.

تصویر ۱۴. بیوروبات با الهام گرفتن از قورباغه؛ ماخذ: سایت فرانو، ۱۳۹۸.

۴-۱۳ بیوروبات سوسکی با پوشش پلاستیکی

روبات‌ها در بیشتر موارد در مواجه با موانع و دست‌اندازها با مشکل روبرو هستند اما زمانی‌که از یک پوسته سبک استفاده کنند اوضاع فرق خواهد کرد. این روبات با الهام گرفتن از سوسک از یک پوسته گرد ساخته شده است. همین موضوع به این روبات کمک می‌کند شبیه به سوسک‌ها حرکت کند. محققان دانشگاه بروکلین امیدوار هستند این روبات در ماموریت‌های جستجو، نجات و نظارت بر محیط زیست مورد استفاده قرار گیرد.



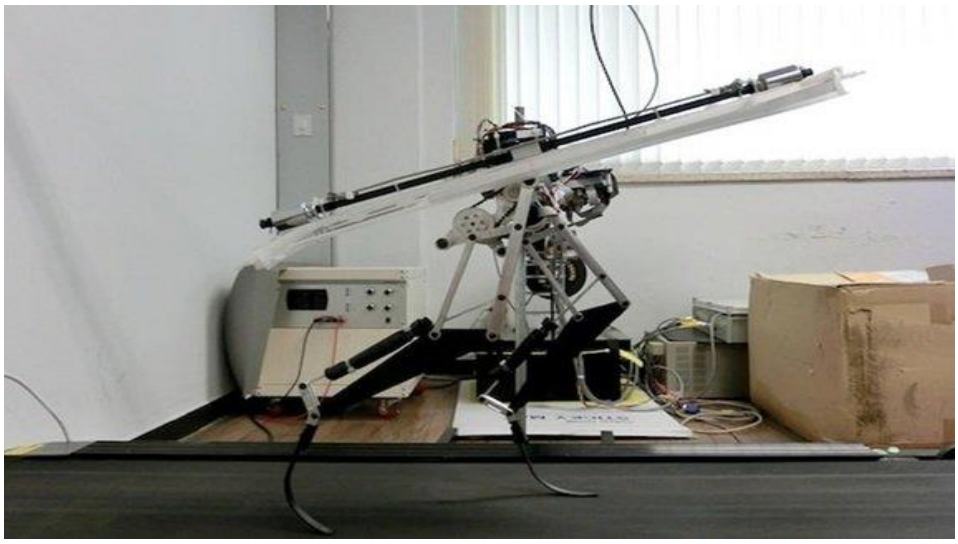
تصویر ۱۵. بیوروبات با الهام گرفتن از سوسک؛ ماخذ: سایت فرانو، ۱۳۹۸.

۴-۱۴ بیوروبات MIT's cheetah

روبات یوزپلنگ دانشگاه MIT اولین روبات چهارپایی است که توانایی دویدن و پریدن از روی موانع را دارد. این روبات که سه فوت ارتفاع دارد، این توانایی را دارد تا با سرعت ۱۰ مایل در ساعت بدود. همچنین توانایی پرش‌های طولانی را نیز دارد. کیم سانگ بایی استادیار مهندسی مکانیک در MIT گفته است: «این روبات ۲۰ برابر قوی‌تر از روبات‌های چهار پایی است که تاکنون ساخته شده‌اند. این روبات تنها از ۴۰ درصد نیروی خود برای این منظور استفاده می‌کند. اما زمانی‌که از حداکثر سرعت و پرش خود استفاده کند، تبدیل به سریع‌ترین روبات جهان خواهد شد. به‌طوری که با سرعت ۲۹ مایل در ساعت خواهد دوید.» محققان به آرامی قدرت این روبات را افزایش می‌دهند، به دلیل این‌که دوست ندارند آسیبی به آن وارد شود (Das S, Bhowmick M, Chattopadhyay, 2015).

۴-۱۵ بیوروبات Velociraptor robot

روبات ولوسیراینور همانند روبات یوزپلنگ MIT، قادر است در شرایط ناسازگار با سرعت ۲۸,۵ مایل در ساعت بدود. (البته این آزمایش روی تردمیل انجام شده است.) این روبات حتی از اوسلین بوت سریع‌ترین انسان جهان نیز سریع‌تر می‌دود. این روبات توسط مؤسسه علم و صنعت کشور کره طراحی شده است. این روبات قادر است با استفاده از تیغه‌های مصنوعی و همچنین دم خود تعادلش را حفظ کند.



تصویر ۱۶. بیوروبات با الهام گرفتن از یوزپلنگ؛ ماخذ: سایت فرانو، ۱۳۹۸.

نشـــریـه علمی فرهنـگ و زیست فناوری معماری، سال ۱، شماره ۱

۴-۱۶ بیوروبات RoboBee

دانشگاه هاروارد کار روی روباتی شبیه به زنبور عسل را از هفت سال پیش آغاز کرد. RoboBee یک روبات مکانیکی بوده که در آزمایشگاه Microrobotics طراحی شده است. این روبات از پتانسیل شگفت‌انگیزی برخوردار است. RoboBee توانایی گرده‌افشانی، نظارت، جستجو و ماموریت‌های نجات را دارد. حتی توانایی شیرجه رفتن و شنا کردن را نیز دارد((Reed, B. (2006).

۵- نتیجه‌گیری و جمعبندی

به‌طور کلی بیونیک، الگوگیری، الهام‌گیری و استخراج راه‌حل‌های خلاق مسائل و ایده‌های نوآورانه از طبیعت می‌باشد و راه تازه‌ای است که به مسائلِ موجودات زنده و ماشین‌ها از طریق گردآوری پژوهش‌های زیست‌شناسان، روان‌شناسان، ریاضی‌دانان، و مهندسان می‌نگرد. بیونیک محدود به رشته خاص نمی‌باشد بلکه برای دامنه گسترده‌ای از مسائل قابل اجرا است. این علم ماحصل گردهم‌آوری فعالیت‌های تحلیلیِ زیست‌شناسان و تلاش‌های سازنده مهندسان می‌باشد. بیونیک رفتار مکانیسم‌های زنده را به‌طور منظم بررسی می‌کند، به‌نحوی که اصول کشف شده از این مطالعه را می‌توان در سیستم‌های دست‌ساز بشر استفاده نمود. در دهه‌های اخیر علاقه زیادی به تقلید از طبیعت گسترش پیدا کرده است و بسیاری طرح‌ها از طبیعت مشتق شده که برای پیشرفت صنایع از آن‌ها استفاده می‌شود. اهمیت این موضوع به این دلیل است که درس‌های گرفته شده از طبیعت به طور دقیق ظرفیت تکمیل کردن نیازهای انسانی را دارند و به توسعه یک دید جدید در طراحی کمک می‌کنند. این فناوری‌ها استفاده می‌شوند تا ماشین‌ها را به گونه‌ای ارتقا دهند که جایگزین انسان گردند. ربات‌ها می‌توانند در هر موقعیت و برای هر منظوری به کار بروند ولی امروزه بسیاری از آن‌ها در محیط‌های

خطرناک (مانند تشخیص و غیرفعال‌سازی بمب‌ها)، فرایندهای تولید یا مکان‌هایی که انسان قادر به حیات نیست، استفاده می‌شوند. ربات‌ها می‌توانند به هر شکل و قیافه‌ای باشند ولی بعضی از آن‌ها طراحی می‌شوند تا شبیه انسان به نظر برسند. گفته می‌شود که این کار به این دلیل صورت می‌گیرد تا رفتارهای این ربات‌ها که از مردم عادی تقلید می‌شود، بیشتر مورد قبول قرار گیرد. تلاش می‌شود که ربات‌های انسان‌نما بتوانند راه رفتن، حرف زدن، شناختن و مخصوصاً هر چیزی را که انسان می‌تواند انجام دهد، تقلید کنند.

خیلی از ربات‌های امروزی که از طبیعت الهام گرفته شده‌اند، در پهنه ربات‌های مقلد موجودات زنده قرار می‌گیرند. امروزه بسیاری از ربات‌ها از طبیعت الهام گرفته‌شده‌اند و شاخه‌ای به نام رباتیک الهام گرفته از طبیعت را ایجاد کرده‌اند که اصطلاحاً نگارنده آن‌ها را «بیوروباتیک» نامیده است. این ربات‌ها همچنین شاخه جدیدتری به نام «رباتیک نرم» را نیز پدید آورده‌اند. رباتیک نرم زیرشاخه خاصی از رباتیک است که با ساخت روبات‌هایی از مواد بسیار سازگار، مشابه آنچه در موجودات زنده موجود است، سروکار دارد. سامانه‌های ساخته‌شده بر اساس روباتیک نرم بهینه‌سازی می‌شوند تا مطابق با زیستگاه آن‌ها کارهای تعیین شده‌ای را انجام دهند. این در حالی است که روباتیک الهام‌گیرنده از طبیعت به مطالعه سامانه‌های زیستی می‌پردازد و به دنبال سازوکارهایی است که بتوانند در علوم و بالاخص معماری تاثیرگذار باشد. در فرانسه، بین سال‌های ۱۷۳۸ و ۱۷۳۹، ژاک‌ووکانسن چندین ماشین با اندازه‌های واقعی ساخت. این ماشین‌ها شامل یک نوازنده فلوت، یک نوازنده نی و همچنین یک اردک مکانیکی بودند. این اردک مکانیکی می‌توانست بال‌هایش را تکان دهد، گردنش را بالا و پایین ببرد، غذا را از دست بازدیدکننده ببلعد و با دفع ماده ای که در قسمت داخلی آن کار گذاشته شده بود حس توانایی هضم غذا را به بیننده القا کند. اژدر برِنان که توسط *Louis Brennan* در سال ۱۸۷۷ اختراع شد، نیرو محرکه خود را از دو پروانه که در جهت عکس یکدیگر می چرخیدند به دست می‌آورد. این دو پروانه با بیرون آوردن سریع سیم های فولادی از طبلک‌هایی که در داخل اژدر قرار گرفته بودند، به چرخش در می آمدند. اختلاف سرعت در در آزاد کردن سیم ها، به ایستگاه ساحلی اجازه می‌داد تا اژدر را به سمت هدفش هدایت کند. این اژدر اولین موشک قابل هدایت کاربردی در دنیا بود. در سال ۱۸۹۷، مخترع بریتانیایی *Ernest Wilson*، گواهی ثبت اختراع، برای ساخت یک اژدر که توسط امواج هرتیزان(رادیویی) کنترل می‌شد را به نام خود ثبت کرد و در سال ۱۸۹۸، *Nikola Tesla* یک اژدر کنترل از راه دور بی‌سیم را به‌صورت عمومی در معرض نمایش گذاشت زیرا قصد داشت آن را به نیروی دریایی ایالات‌متحده بفروشد. «آرچیبالد لو» به دلیل تحقیقات نوآورانه اش بر روی موشک‌ها و هواپیماهای هدایت‌پذیر در جریان جنگ جهانی اول به‌عنوان «پدر سیستم‌های هدایت رادیویی» شناخته می شود. در سال ۱۹۱۷، او یک هواپیمای کنترل

از راه دور را برای یگان پروازی سلطنتی بریتانیا به نمایش گذاشت و در همان سال، اولین موشک هدایت شونده با سیم را ساخت.

(*) اعلام عدم تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی برای ایشان وجود نداشته است. (تعارض منافع به حالتی گفته می‌شود که منافع شخصی مادی یا غیرمادی نویسنده یا نویسندگان با نتایج پژوهش در تعارض باشد و این موضوع بر روند انجام پژوهش یا اعلام صادقانهٔ نتایج تأثیر بگذارد).

۶- منابع و ماخذ

۱. عباس زاده وحید، مهدیه (۱۳۹۵) معماری برای علم: طراحی مرکز نوآوری و فناوری پردیس دانشگاه فردوسی مشهد با رویکرد معماری دیجیتال، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد

۲. فهیمی، مهری (۱۳۸۸) کاربردهای فناوری اطلاعات، فصلنامه مطالعات مدیریت، شماره ۲۹-۳۰

۳. گلابچی، محمود و محمودی نژاد، هادی: ب (۱۳۹۹) دانشنامه معماری بیونیک، تهران: طحان.

۴. گلابچی، محمود، اندجی گرمارودی، علی، باستانی، حسین (۱۳۹۱) معمای دیجیتال، تهران: دانشگاه تهران

۵. محمودی نژاد، هادی: الف (۱۳۹۹) معماری روباتیک، تهران: طحان.

۶. محمودی نژاد، هادی: پ (۱۳۹۹) هوش مصنوعی در معماری، تهران: طحان.

۷. محمودی نژاد، هادی: ت (۱۳۹۹) ژنتیک در معماری، تهران: طحان.

۸. نظری، مهدی (۱۳۹۳) بررسی تاثیر تکنولوژی دیجیتال بر نوآوری در معماری، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شاهد.

9. Quinn S, Gaughran W. Bionics—an inspiration for intelligent manufacturing and engineering. Robot Comput-Integr Manuf 2010;26:616–21.

10. Das S, Bhowmick M, Chattopadhyay SK, et al. Application of biomimicry in textiles. Curr Sci 2015;109(5):893–901.

11. Davies M. A wall for all seasons. RIBA 1981;88(2):55–7.

12. Dunlop JWC, Fratzl P. Multilevel architectures in natural materials. Scr Mater.۱۲–۸:(۱)۶۸;۲۰۱۲

13. ecological strategy of three foreign buildings. Archit J 2004(03):51–3.

14. Ehleringer J, Forseth I. Solar tracking by plants. Science 1980;210(4474):1094–8

15. El-Zeiny RMA. Biomimicry as a problem solving methodology in interior architecture. Procedia- Soc Behav Sci 2012;50:502–12.

16. McDonough, W. & Braungart, M. (2002) Cradle to Cradle - Remaking the Way We Make Things. New York, North Point Press .

17. Pedersen Zari, M. & Storey, J. B. (2007). An Ecosystem Based Biomimetic Theory for a Regenerative Built Environment. LisbonSustainable Building Conference 07. Lisbon, Portugal.
18. Reed, B. (2006). Shifting our Mental Model "Sustainability" to Regeneration. Rethinking Sustainable Construction 2006: NextGeneration Green Buildings. Sarasota, Florida .
19. Sarah H. Wright. (2006). Three at MIT conceive cell-shaped building Retrieved fromhttp:web.mit.edu/newsoffice/2006/cellbuilding.html
20. Stephanie Watson. (2009). Learning From Nature. Inform Design, vol.02 issue Retrieved from www.informedesign.umn.edu .
21. Vincent, J. F. V., Bogatyrev, O., Pahl, A.-K., Bogatyrev, N. R. & Bowyer, A. (2005). Putting Biology into TRIZ: A Database ofBiological Effects. Creativity and Innovation Management. 14, 66-72
22. Asoko, H., deBoo, M. (2001). Analogies and Illustrations: Representing Ideas in Primary Science. Hatfield: The Association for Science
23. Education
24. **Benyus, J. M.** (2018). Biomimicry Innovation Inspired by Nature. Harper Perennial, New York .
25. Brown, D.E. (1993). Refocusing Core Intuitions: A Concretizing Role for Analogy in Conceptual Change. Journal of Research in ScienceTeaching, 30, 1273-1290 .
26. Brunoro, S. and A. Rinaldi (2011). double Layer Glass Facade in the Refurbishment and Architectural Renewal of Existing Buildings in Italy. world renewable energy congress. sewden.
27. Castrillón, R. D. A. (2009). Integration of active and passive systems in glass façades. Proceedings of SET2009, 8th International Conference on Sustainable Energy Technologies, Aachen, Germany.
28. Cen, X.-r., J.-m. Zhan ,S.-c. Yang and Y. Ma (2008). CFD simulation and optimization design of double skin facade. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni 47(2): 18-21.
29. Chan, A., T. Chow, K. Fong and Z. Lin (2009). Investigation on energy performance of doubleskin façade in Hong Kong. Energy and Buildings 41(11): 1135-1142.
30. Chan, H.-Y., S. B. Riffat and J. Zhu (2010). Review of passive solar heating and cooling technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14(2): 781-789.

چکـــــــــــیده لاتین

Janine Benyus- *PhD in Architecture, Head of biomimicry institute, Stockholm, Sweden*
Ali Jandaghi- *MS. In architecture, Think thank OS Technology and bionic, Teheran, Iran*

Anthropobionics and anthropometric engineering in robotic architecture with physiological modeling of living beings

Abstract

Abstract

A branch of technology that deals with the design, construction, implementation and application of robots along with the computer systems necessary to control, receive sensor responses and process their information is called "robotics". Anthropobionics, robotics, bionic implants; Anthropobionics examines the whole subject of human-machine interaction and ergonomics. Also, in architecture, sensor bionics, neurobionics and movement bionics, bionics of sensors, tracking and processing physical and chemical stimulation, examines the location and direction inside an environment. The research method of this article is descriptive and analytical. The data collection tool includes library studies, and according to the nature of the research, it has a theoretical and fundamental approach. The findings of the research show that many of today's robots that are inspired by nature fall into the realm of robots imitating living beings. Today, many robots are inspired by nature and have created a branch called robotics inspired by nature, which the author called "biorobotics", and robotics inspired by nature studies biological systems and looks for mechanisms that able to be influential in science and especially architecture.

Key words: *anthropobionics, robotics, biomimetic, modeling of living things.*