فرهنگ و زیست
فناوری معماری

نشریه علمی فرهنگ و زیست‌فناوری معماری
پاییز ۱۴۰۱، سال ۲، پیاپی ۶

تحلیل دانش بیومیمتیکس و روش حل مساله ابداعی (TRIZ) در طراحی خلاق معماری

زمان دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۲/۳ زمان پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۵/۲۸

فریال سادات‌سیادتی[1]- دکتری معماری، واحد تهران جنوب، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

این مقاله اولین نتایج را با هدف بررسي رابطه دامنه بین TRIZ و بیومیمتیکس در محدوده طراحي نوین معماری ارائه مي‌دهد. در واقع چند نویسنده در حال حاضر به عنوان يك مسير تحقيق مرتبط با شناسايي فرصت‌هاي ادغام بين TRIZ و بيوميمتيكس براي طراحي موثرتر و كارآمدتر پيشنهاد شده است. این مقاله مقایسه بین ابزارهاي مبتني بر مدل‌سازي عملكردي مورد استفاده در روند حل مسئله را در داخل TRIZ و بیومیمتیکس ارائه مي‌دهد. این مقایسه در نظر دارد به ایجاد همپوشاني تكميلي و ناسازگاري اين تكليف‌ها، نشانه‌هايي در مورد نحوه بهبود روند توصيف راه‌حل-هاي طبيعي در يك روش مهندسي و نحوه توصيف مشكلات فني به منظور استفاده از اطلاعات طبيعي به عنوان منبع الهام داده شده توسط تجزيه و تحليل چند نمونه داده مي شود. نتايج به دست امده از نظر تغييرات لازم در توصيف مشكل مهندسي مورد بحث قرار مي‌گيرد تا از پايگاه داده اي از عملكردهاي بيولوژيكي (به‌عنوان مثال طبقه بندي بيوميميكري) به‌عنوان منبع دانش طبيعي در فرايند طراحي نوين استفاده شود.

واژگان کلیدی: تریز (حل مساله ابداعی)، طراحی معماری، الگوبرداری از طبیعت، بیومیمتیکس.

[1] نویسنده مسئول مکاتبات، شماره تماس: ۰۹۳۸۱۱۵۹۷۹، رایانامه: faryal.siadati@gmail.com

۱- مقدمه و بیان مساله

تکامل زندگی در حدود ۳/۸ میلیارد سال تخمین زده شده است و معمولاً تصریح شده است که طبیعت با استفاده از روش‌های هوشمندانه و ظریف، اشیایی با کارایی بالا با مواد محصول یافت شده، تکامل یافته است: (۱) استفاده از این راه‌حل‌ها برای اهداف فنی قدیمی است، حداقل زندگی انسان‌ها و انسان ها تا زمان انقلاب صنعتی با احترام به طبیعت نگاه کرده‌اند. فقدان منابع برخی از دانشمندان را مجبور کرده است که به‌جای استفاده بیش از حد از طبیعت، دوباره درباره چگونگی نگاه ما به طبیعت با هدف یادگیری از آن فکر کنند؛ (۲) استفاده از طبیعت به عنوان یک منبع الهام بخش توسعه دست‌یابی به نوآوری موفقیت‌آمیز را امکان می‌دهد، اما لازم است که روند طراحی بیوگرافی با رویکرد گسترده و بین رشته‌ای باشد. این واقعیت به وضوح در دانش بیومیمتیکس بیان شده است جایی که نویسنده تفسیر مفهوم طراحی بیولوژیکی الهام گرفته را به عنوان درک صلاحیت طراحی از شواهد بیولوژیک تفسیر می‌کند.

امروزه چالش جدید مربوط به تلاش برای ایجاد یک پل جامد بین تحقیقات بیومیمیک و برنامه‌های کاربردی صنعتی است. در سال ۲۰۱۱ ما شاهد تقویت این پل با ایجاد یک سری جدید از کنفرانس‌ها به نام کنفرانس بین‌المللی مهندسی بیونیک، مجله جدید (مجله مهندسی بیونیک) و یک‌سری جدید از کتاب‌های CRC مطبوعات به نام بیومیمیکس: نوآوری مبتنی بر طبیعت، بوده‌ایم. در این حوزه تحقیقاتی چندین عضو وجود دارد و بسیاری از این تلاش‌ها برای ایجاد یک وضعیت مدرن از این رشته به نام *Bionic*، *Biomimicry*، *Biomimetic* و طراحی *Bio inspired* بوده است. به عنوان مثال شرح جالبی از فرایند بیومیمتیکسس است و بررسی خوبی از تحقیقی را می توان یافت. تلاش یکدیگر برای جمع‌آوری و طبقه بندی دانش و برنامه‌های مرتبط با فرایند نوآوری مبتنی بر طبیعت توسط «یوسف بار کوهن» انجام شده است. مدارس مختلفی به منظور سامان دادن به فرایند طراحی زیست‌الهام طراحی شده اند. همچنان در فرایند طراحی فوق، محدودیت‌های عمده در شناسایی مناسب‌ترین منابع زیستی مناسب برای رسیدگی به یک مشکل مهندسی با توجه به بعد عظیمی از صندوق اطلاعات و عدم راهنمایی مناسب برای مهندسان در مورد چگونگی خود را در ادبیات زیست‌شناختی متمرکز کنید. جای تعجب نیست که بیشترین خدمات تصدیق پذیرفته شده که با مواد زیست‌میمیک به‌عنوان تکنیک مرجع عمل می‌کند توسط زیست‌شناسان یا حداقل توسط کارشناسان با زمینه جامد در زیست‌شناسی اجرا می‌شود. این مشخصه قطعا یک گسست حیاتی برای پذیرش گسترده زیست متیل در فعالیت‌های تحقیق و توسعه صنعتی است.

۲- روش‌شناسی و پیشینه تحقیق

هدف نهایی تحقیقاتی که در این مقاله ارائه شده است کمک به پذیرش موفق و کارآمد طراحی شیوه‌های بی‌نظیر طراحی توسط طراحان و حل‌کننده‌های مشکل با یک زمینه مهندسی معمول است.

بخش دوم این مقاله محتویات آن را با توجه به ادبیات تحقیق قرار می‌دهد. سپس در بخش سوم و چهارم یک مقایسه اصلی بین طبقه‌بندی میدانی و دو رویکرد محل‌سازی کاربردی معمولی برای حوزه طراحی مهندسی و همچنین نتایج حاصل به ترتیب جزئیات است. بخش آخر اظهارات نهایی و پیش‌بینی پیشرفت‌های بیشتر که نویسندگان در حال کار بر روی آن هستند را به ارمغان می‌آورد. روش متمرکز کاشت متن به جای ایجاد یک پایگاه داده عظیم از دانش بیولوژیک به‌طور خاص به منظور حمایت از طراحی مهندسی، هدف بهره بردن از مقدار زیاد دانش بیولوژیک موجود در کتاب، مجله و غیره را دارد؛ دشواری‌ها از تفاوت بین زبان‌های زیست‌شناس و مهندسان گرفته است، به‌طوری‌که دومی اغلب قابلیت بیان کردن پرس‌وجوی مناسب را ندارد. به‌منظور مقابله با این محدودیت، محققان دانشگاه تورنتو الگوریتمی را پیشنهاد دادند که قادر به ایجاد یک کلمه کلیدی غیرواضح ارائه شده توسط یک متخصص دامنه به عنوان یکی از کلمات کلیدی غیر واضح اما مرتبط بوده که از تجزیه و تحلیل یک منبع واحد شروع شد: *زندگی و علم زیست‌شناسی*. با وجود چشم انداز امیدوارکننده زبان‌شناسی محاسباتی، این رویکرد هنوز برای کاربرد گسترده خود در هر منبع بیولوژیکی، مقیاس پذیر به‌نظر نمی‌رسد همان رویکرد توسط «استرابل و همکاران» دنبال شد که اصطلاح‌نامه‌ای را ایجاد کرد که حاوی شرایط زیست‌شناختی مرتبط با تابع مهندسی و شرایط جریان است. اصلاحنامه دارای ساختار و طبقه بندی پایه عملیاتی سازگار به‌منظور فراهم آوردن دانش زیست‌شناسی برای مهندسان و طراحان می‌باشد.

۳- ادبیات تحقیق

۳-۱ رویکردهای بیومیمتیکس

سه رویکرد اصلی در ادبیات در میان استراتژی‌های ممکن ظاهر می‌شود تا طراحان و تکنسین‌ها بتوانند به راه‌حل‌های طبیعی دسترسی پیدا کنند و از آن‌ها استفاده کنند و به‌طور کلی دانش در مورد طبیعت موجود در مدل‌های سیستم‌های طبیعی که در ادبیات زیست‌شناسی شرح داده شده است:

- رویکرد پایگاه داده،
- رویکرد استخراج متن و
- رویکرد TRIZ.

۳-۱-۱ رویکرد پایگاه داده

رویکرد پایگاه داده هدف ایجاد مجموعه‌ای از اثرات و پدیده‌های بیولوژیکی طبقه‌بندی شده توسط یک طبقه بندی عملکردی خاص را دارد. این رویکرد به‌طور گسترده‌ای در عمل کاربرد دارد زیرا به عنوان یک وظیفه معمول برای طراح به مظنور تدوین یک نیاز دانش از نظر تابع تحویل به‌نظر می‌رسد. علاوه بر این ادبیات زیست‌شناسی لزوماً توصیف موجودات زنده از نظر توابع هدف نیست.

علاوه بر این همان طور که مورد بحث قرار گرفت، حداقل چهار کلاس دانش از زیست‌شناسی به مهندسی می‌تواند شناسایی شود قطعات و مواد اندام (اثرات فیزیکی، پدیده‌ها و تغییرات دولت)؛ ویژگی‌ها؛ اقدامات و توابع. بنابراین فقط آخرین رده به درستی توسط پایگاه داده‌ای موجود قابل دسترسی است علاوه بر این، آنها پاسخ‌های فراوانی به پرس‌وجوی طراحی محصول ارائه می‌دهند؛ این یک واقعیت بسیار خطرناک از یک دیدگاه کارایی است، زیرا فرایند جستجوی راه‌حل بدون کنترل می تواند رشد کند. با این وجود باید توجه کرد که توانایی‌های این رویکرد به خوبی شناخته شده است و درواقع آژانس فضایی اروپا (ESA) از آن در گروه مفهوم پیشرفته (ACT) برای توسعه راه‌حل‌های ابتکاری برای مأموریت‌های فضایی استفاده می‌کند.

۳-۱-۲ روش TRIZ

روش سوم که در اینجا ذکر شده است، بر اساس TRIZ است. «آتسی‌لز» خود به سیستم‌های زیست شناختی به‌عنوان منابع ممکن الهام‌بخش اشاره می کند اگرچه هنوز بخش کوچکی از اختراعات طبیعت مورد استفاده قرار می‌گیرد. او همچنین آگاه بود که مقدار زیادی از نمونه‌های طبیعی به نحوی ناشناخته مرتب شده است این مثل استفاده از یک کتابخانه انحصاری با طبقه‌بندی ناشناخته است. راه‌حل پیشنهادی جستجو براتی نمونه‌های اولیه در میان حیوانات پیش از تاریخ (ساده‌تر درنظر گرفته شده است) یا بررسی گرایش‌های عمومی به منظور مقایسه آن‌ها با تکامل فنی بود. دستورالعمل «آلت شولر» توسط «وینسنت و همکارانش» دنبال شده است که TRIZ را به عنوان بهترین روش شناخته شده برای انتقال دانش بین رشته‌های علمی و مهندسی مختلف شناسایی کردند. آن‌ها از TRIZ به عنوان مجموعه‌ای از روش‌ها و ابزار برای تولید سیستم‌های فنی تقلید از طبیعت استفاده کردند و ماتریکس Bio-TRIZ مشتق شده از ماتریس TRIZ مضرات را توسعه دادند. به همین‌ترتیب هیل، مفهوم TRIZ تضاد را برای توسعه فرایند ساخت و ساز بیونیک محور که تنظیمات آن از طرق تضاد انجام شده است، اتخاذ کرده است. در هر دو مورد، شناسایی مدل های طبیعی به عنوان منابع الهام‌بخش برای طراحی اختراع از طریق جستجوی تضاد انجام می‌شود. در اولین رویکرد، جستجو بر اساس تناقضات مربوط به استفاده از منابع توسط سیستم‌های طبیعی و فنی است که از لحاظ اطلاعات، انرژی، زمان، فضا، ساختار و محتوا طبقه‌بندی می شوند. علاوه بر این، هیل پیشنهاد می کند که تناقض‌ها را از طریق یک مبنای کاربردی نشان دهد در این مورد جستجو اجازه می‌دهد تا تناقضات نه تنها منابع را پیدا کند، بلکه همچنین به راه‌حل‌های خاص و طبیعی مربوط می شود.

با توجه به رویکردهای فوق، مقاله حاضر با هدف بهبود قابلیت استفاده از پایگاه داده‌های زیست شناختی سازمان یافته بر اساس دسته‌بندی عملکردی، با بازنویسی مجدد توابع طبیعی به یک دیدگاه مهندسی است. طبقه‌بندی بیومیمیکری ابتکار موسسه *Biomimicry* است که درحالِ توسعه مجموعه-ای از اثرات طبیعی طبقه‌بندی شده در یک طبقه‌بندی اصلی است می‌باشد. همان‌طورکه در بخش

زیر توضیح داده شده است ساختار آن از دیدگاه مهندسی طراحی چندین ناسازگاری دارد. بنابراین محدودیت کاربرد گسترده آن را محدود می‌کند. علاوه بر این، توصیف سیستم از لحاظ عملکرد برای مهندسان به رغم اینکه مدل‌های مرجع می‌توانند متفاوت باشند امری عادی می باشد. دو رویکرد مدل‌سازی عملکردی قابل تشخیص هستند آن‌هایی که بر مبنای تحولات جریان سیگنال انرژی هسته‌ای هستند آن‌هایی توسط یک شی عملگر حاصل سه‌گانه هستند. مدل تابع OTSMTRIZ در این مقاله نمایانگر دومی است. بنابراین در جزئیات بیشتر، هدف خاص مقاله حاضر، تجزیه و تحلیل طبقه‌بندی پیشنهاد شده توسط موسسه Biomimicry و طرح ریزی کردن با توجه به پایه عملیاتی NIST و مدل عمکردی OTSM می‌باشد. مقایسه این تکنیک‌های مدل‌سازی فرعی، می‌توانند به تجزیه و تحلیل میزان همبستگی بین مدل‌های سیستم طبیعی و مدل‌های عملکردی سیستم‌های فنی، به منظور ادغام اثرات زیست محیطی به عنوان منبع الهام در روند طراحی نوآوری بینجامد. با توجه به این هدف، مقاله تمام نتایج اصلی تجزیه و تحلیل را توصیف می‌کند: همان‌طورکه در زیر آمده است، سه مقایسه مکمل انجام شده است دو تا در میان طبقه‌بندی بیومیمیکری و پایه عملیاتی NIST و یکی به ترتیب در میان طبقه‌بندی بیومیمیکری و مدل عملیاتی OTSM این تجزیه و تحلیل به صورت سیستماتیک برای همه زیر مجموعه‌های طبقه بندی شده بیومیمیکری اعمال می‌شود که می‌تواند میزان همپوشانی بین رویکرد روش‌شناختی این مطالعه را تعیین کند. سپس مقاله یک زیر طبقه‌بندی جدید طبقه بندی بیومیمیکری را با هدف برجسته عدم همگن بودن آن که مانع تعبیه آن به یک روش حل مسئله سیستماتیک است را پیشنهاد می کند.

۳-۲ طبقه‌بندی بیومیمتیکس و مدل‌سازی

مقایسه‌هایی که در این مقاله با توجه به یک‌سری از گام‌ها به منظور درک اینکه کدام یک از مدل‌های عملکردی در واقع توانسته است سیستم‌های فنی را در طراحی مهندسی توصیف کند ارائه شده است برای ایجاد همپوشانی با طبقه بندی بیومیمیکری که می‌توانند سیستم‌های طبیعی را طبقه‌بندی کنند مناسب‌ترین هستند. مقایسه در سطوح مختلف جزئیات به شرح زیر در پاراگراف‌های زیر انجام شده است. به منظور روشن ساختن فرایندهای مقایسه مهم است که خصوصیات خاصی از طبقه‌بندی بیومیمیکری (BT)، پایه عملیاتی NIST و مدل عملیاتی OTSM را معرفی کنیم. BT مجموعه ای از اطلاعات طبقه‌بندی شده بر اساس اینکه چگونه موجودات زنده چالش های متفاوت را ملاقات می‌کنند، می‌باشد. این طبقه‌بندی فهرستی از استراتژی‌ها را به‌عنوان راه‌حل‌های بالقوه برای این چالش‌ها ارائه می‌دهد اطلاعات به صورت سلسله مراتبی در سه سطح جزئیات تشکیل شده است.

۱. گروه‌ها؛
۲. زیرگروه‌ها؛
۳. توابع.

یک نمونه از مدارک موجود در BT در جدول زیر گزارش شده است.

جدول ۱. ساختار و سند نمونه از طبقه بندی بیومیمتیکس؛ ماخذ: نگارندگان.

نمونه ها	طبقه‌بندی بیومیمیکری
حفظ یکپارچگی فیزیکی	گروه
حفاظت از فرم‌های زیست محیطی	زیرگروه
حفاظت از حیوانات	عملکرد
غربالگری	استراتژی

پایه عملیاتی NIST یک طبقه‌بندی از توابع بیان شده توسط تعدادی از فعل‌های کاربردی اعمال شده به جریان (انرژی، ماده، سیگنال) EMS است. قبلی‌ها به دسته‌های زیر تقسیم می‌شوند: ۸ کلاس؛ ۲۱ ثانویه؛ ۲۴ اقدامات ثالث در جریان دسته دوم در سه سطح طبقه‌بندی می‌شوند؛ ۶ ثانویه و ۱۱ ثالث جریان مواد؛ ۱۲ جریان ثانویه و ۴ ثالث انرژی جریان دارد؛ ۲ سیگنال ثانویه و ۷ ثالث سیگنال جریان دارد. این مبنای کاربردی به دنبال توصیف سیستم‌های فنی به روش یکنواخت است. این مبنا قادر به توصیف سیستم‌های مختلفی است که عملکرد یکسان را با یک مدل انجام می‌دهند و سعی می‌کنند تا از استفاده از همان مدل برای توصیف سیستم‌هایی که عمکردهای مختلفی دارند دوری کنند. این یکی از نکات کلیدی در انتقال دانش از طبیعت به فناوری است و اجازه می‌دهد تا تقلب از راه‌حل طبیعی در فرایند طراحی نوین کاهش‌یابد همان طورکه در بالا ذکر شد توابع همچنین می‌توانند مثلث سه جزئی حامل- اقدام- مقصود باشند خاصیت مدل عملکردی OTSM، توصیف عمل انجام شده توسط حامل تابع از طریق افعال استاندارد و پارامتر شی است. فعل‌های مرجع در این مورد فقط چهارتا هستند: **تغییر، افزایش یا کاهش، تثبیت**. علاوه بر این، پارامترهای شی را می‌توان آزادانه در میان ویژگی های شی در حال دریافت تابع انتخاب کرد. مقایسه در سه سطح جزئیات انجام شده است:

۱) BT(زیرگروه‌ها) در مقابل NIST (اقدامات)؛
۲) اولین تجزیه و تحلیل، هدف شناسایی مکاتبات بین زیر گروه‌ها و اقدامات ذکر شده در کلاس‌های طبقه‌بندی NIST را دارد. زیرگروه‌های BT با توصیفات توضیحی اساس عملیاتی NIST مقایسه می‌شوند.
۳) BT (زیرگروه‌ها و عملکرد) در مقابل اساس عملیاتی NIST؛
۴) پس از نقشه‌برداری زیر گروه‌های BT با اقدامات NIST می‌توان به دنبال جفت‌های بین توابع BT و اساس عملیاتی NIST، از دیدگاه جفت‌های خاص اقدام جریان طبقه‌بندی NIST بود، حتی در این مورد توصیف اساس عملکرد NIST (هر دو عمل و جریان) مرجع برای شناسایی جفت ها است
۵) BT (زیرگروه‌ها و عملکرد) در مقابسه با مدل عملیاتی OTSM؛

۶) آخرین تحلیلی که در این مقاله ارائه شده است مربوط به مدل عملیاتی OTSM-TRIZ است تا فرصت‌های ادغام بین ابزار TRIZ و عملکردهای طبیعی که بر اساس طبقه‌بندی بیومیمیکری مرتب شدند فهمیده شود. این مقایسه با خواندن هر مدل BT (زیرگروه‌ها و عملکرد) و شناسایی مناسب‌ترین ویژگی جسم در حال دریافت تابع تحت تاثیر عمل، انجام شده است. مناسب‌ترین فعل در میان استانداردهای فوق الذکر مدل عملیاتی OTMS در وقتی دیگر ثبت می‌شود

۳-۳ توابع طبقه‌بندی بیومیمتیکس

بعضی از اقلام متعلق به برگ‌های BT یعنی طبقات بالاترین سطح جزئیات، نمی‌توانند به عنوان توابع مناسب تلقی شوند زیرا آن‌ها نقش فعالی در سیستم بیولوژیکی در ارتباط با یک شی خارجی در خال دریافت تابع را ندارند. بنابراین یک زیر طبقه‌بندی جدید توابع BT بر مبنای نوع ویژگی‌هایی که آن ها توصیف می کنند به جای ماهیت خود تابع پیشنهاد می‌دهند. به‌طور دقیق ما با تجزیه و تحلیل عمل جفت/ جریان NIST مطابقت داده شده در جدول ۲ تقسیم توابع BT را به پنج کلاس پیشنهاد می‌کنیم توابع BT به عنوان مشخصات زیرگروه‌ها با جزئیات مربوط به جریان شی پارامتر-های آن زمینه (فضا و زمان) و غیره به‌صورت زیر ظاهر می‌شوند. این زیر طبقه‌بندی در جدول ۲ توضیح داده شده است.

جدول ۲. طبقه بندی پیشنهادی توابع BT؛ ماخذ: نگارندگان.

	شرح
زمان اقدام	تابع، زمان را هنگامی که عملیات انجام می شود مشخص می‌کند
محیط‌زیست اقدام	این تابع محیطی است که در آن عمل انجام می‌شود.
شی جفت	تابع جریان انرژی، ماده و سیگنالی را مشخص می کن که تابع است
پارامتر شی	تابع یک پارامتر از جسم را مشخص می‌کند که توسط تابع اصلاح شده است
بقیه	مورد BT یک تابع نیست و یا در هیچ یک از طبقه بندی های قبلی متناسب نیست

۳-۴ متریک مقایسه رویکردهای بیومیمتیکس

تمام مقایسه‌های فوق یک متریک مرجع رسم شده اند همان‌طور که در جدول ۳ خلاصه شده است از آن‌جا که ناسازگاری ممکن است مانع پیاده‌سازی‌های عملی انتقال اطلاعات زیست‌شناسی به مهندسی شود باید جزئیات بیشتری در مورد دلایل تطبیق جزئی به منظور تحلیل برای اجازه بهره برداری از حداکثر بخشی از BT ارائه شود که در جدول ۳ پیشنهاد شده است. در جزئیات بیشتر مکررترین انواع ناسازگاری بین توابع BT و نزدیک ترین آیتم‌های پایه عملیاتی NIST با برخی از مثال‌های توضیحی در جدول ۳ خلاصه شده است.

جدول ۳. متریک مرجع برای نقشه برداری طبقه‌بندی بیومیمتیکس؛ ماخذ: نگارندگان.

سازگاری		بازخورد خودکار و انتقال اطلاعات		
تطابق جزئی	عدم تطابق	تطابق دقیق	خیر	بله

جدول ۴. علل اصلی وابستگی جزئی بین توابع BT و نمایش عمل جریان NIST

مکمل‌های جزئی مدل عملکردی NIST				
مثال های عملکرد BT	عمل	جریان		مجموعه معیوب
توزیع انرژی	شعبه	توزیع	انرژی	عام بودن بیش از حد
حفاظت از عوامل abiotic	کنترل کردن بزرگی، توقف کردن، زندگی کردن		ماده، جامد	جزئیات جریان اولیه سطح
ساختار				جزئیات بیش از حد
				عدم وجود کلاس بیولوژیکی
تغییر حالت فیزیکی	کنترل کردن بزرگی، تغییر دادن			بسته به وضعیت خاص
	افزایش/ کاهش/ شکل/ وضعیت			بیش از یک مطابقت

۴- بیان یافته‌های تحقیق

به منظور مناسب بودن ارتباطات توابع BT، تعداد سوابق پایگاه داده ASK Natrure را به عنوان یک مرجع مناسب در نظر گرفته شده است. در جزئیات بیشتر نمره مربوط به یک تابع BT مشخص شده به‌عنوان نسبت بین تعداد پرونده‌های پایگاه داده در آن کلاس و تعداد کل پرونده‌های ثبت شده در پایگاه داده محاسبه می‌شود. آشکار است که به روز رسانی AskNatrure منجر به تغییر احتمالی چنین امتیاز مرتبطی می‌شود. با این‌حال پایگاه داده به بلوغ خاصی نیز دست یافته است. بنابراین تغییرات مورد انتظار برای محدوده تحقیق حاضر ناچیز است. به‌منظور شفاف‌سازی، تجزیه و تحلیل ارائه شده در اینجا بر اساس وضعیت پایگاه داده بود که از ۷ تا ۱۴ آوریل ۲۰۱۱ در دسترس بود در آن لحظه، پایگاه داده شامل ۲۷۸۵ سابقه بود، که طبقه‌بندی شده در موارد زیر بود: گروه؛ ۳۰ زیر گروه؛ ۱۶۲ کلاس‌های تابع. پاراگراف‌های زیر نتایج جهانی تجزیه و تحلیل را با توضیح مختصری از بهترین مسابقات بین کلاس BT و مدل‌های کاربردی خاص توضیح می‌دهد.

- **BT (زیرگروه‌ها) در مقابل NIST (اقدامات)**

با نگاهی به تصویر کلیBT با توجه به اقدامات NIST متوجه می‌شویم که آن‌ها در هر گروه BT، یک تطابق خوب را اراده می‌دهند حتی اگر امکان پیدا کردن تعداید نواقص در آن‌ها وجود داشت باشد. تنها زیر گروه BT که دارای تطابق نسبی ۱۰۰٪ است، گروه Make است: تطابق: ۵۷/۷٪؛ جزئی: ۳۸/۸٪؛ عدم تطابق: ۳۵/۵. ارزش بالای مسابقات جزئی، حقیقت مهمی است که برای دلایل ذکر شده در نظر گرفته شده است. زیرگروه‌های BT اغلب به‌طورکلی برای توصیف منحصر به فرد با اقدامات NIST هستند. به‌عنوان مثال (تغییر دادن، تغییر وضعیت فیزیکی، اندازه/ شکل/ بزرگی/ میزان) می تواند به چندین عملیات NIST مرتبط باشد: افزایش، کاهش، شکل، وضعیت همه متعلق به سطح ثانویه کنترل بزرگی و تغییر است. علاوه بر این دیگر زیرگروه‌ها فقط با برخی از اقدامات NIST منطبق می‌شوند: دومی نمی‌تواند معنی زیرگروه‌های BT را معرفی کند. زیرا این اطلاعات حاوی اطلاعات مکمل در مورد عمل است. به عنوان مثال BT (حرکت یا ساکن بودن، حرکت، در / روی مایع) می‌تواند به اقدام NIST (کانال، انتقال، حمل و نقل) مربوط باشد که هر دو معنای بازتابی اند عمل و محیط‌زیست در جایی که رخ می‌دهد گم شده باشد. در موارد دیگر زیر گروه‌های BT به یک وضعیت خاص بیولوژیکی مربوط می‌باشند مانند (پردازش اطلاعات، سیگنال‌های حساس/ محیط‌زیست حساس، آگاهی بدن) که فقط یک سازگاری جزئی با اقدام NIST (سیگنال، حس، تشخیص، اندازه‌گیری) دارد. در این مقایسه درصد عدم تطابق کم است؛ این زیرگروه‌ها عمدتاً مربوط به اقلام BT هستند که از دیدگاه زیست‌شناختی توابع در نظر گرفته شده اند اما نمی‌توان آن را با یک مدل عملکرد رسمی مهندسی توصیف کرد به‌عنوان مثال BT (حفظ جامعه، هماهنگی و فعالیت‌ها) وBT (زیرگروه‌ها، تابع) در مقابل اساس عملیاتی NIST.

با بهبود سطح جزئیات تجزیه و تحلیل تطبیق یعنی با مقایسه توابع BT با جفت اقدام جریان NIST درجه همپوشانی به طور چشمگیری تغییر می‌کند. نوشته‌های کاملاً متناسب از نیمی از مقایسه قبلی (از ۵۸٪ تا ۲۵٪) کمتر است و در این‌حالت، هیچ سازگاری در بین گروه ها وجود ندارد. با این حال تنها در خراب شدن زیر گروه‌ها، یک مقایسه نسبی کامل بین دو طبقه‌بندی وجود دارد و یک سازگاری خوب نیز در زیر گروه دریافت، ذخیره یا توزیع منابع وجود دارد: تطابق: ۲۴/۹٪؛ جزئی: ۴۲/۸٪، عدم تطابق: ۳۲/۳٪. سطح حداقل ما برابری جزئی بیشتر به خاطر این افزایش یافته است که گاهی اوقات توابع BT به صورت مبهم تعریف می‌شوند. به عنوان مثال BT (دریافت/ ذخیره و یا توزیع منابع، ضبط/ جذب و یا فیلتر، مواد شیمیایی) می‌تواند به ۲ اقدام NIST مختلف (شاخه/ جدا/ استخراج یا ارائه/ ذخیره/ جمع‌آوری) متصل شود و جریان مربوطه بیش از اندازه عمومی است. همچنین در این مورد برخی از عدم تطبیقات به علت ویژگی‌های بیولوژیکی بسیار خاصی است که به آنالوگ معادل در اساس عملیاتی NIST دست نمی‌یابند.

▪ BT (زیرگروه‌ها، تابع) در مقابل مدل عملیاتی OT SM

با تشکر از امکان تعریف آزادانه پارامتر شی از سه تابع مدل عملیاتی OTSM، مقایسه عملکرد توابع BT و نمایندگی تابع OTSM، سازگاری بیشتری از اساس عملیاتی NIST را معرفی می‌کند. علاوه بر این باید توجه کرد که رویکرد OTSM به نتایج کمتر تکرار شده با توجه به اساس عملکرد NIST منجر می شود زیرا افراد مختلف ممکن است توصیف‌های مختلفی از پارامتر شی تحت تاثیر عملکرد تابع را قرار دهند. در حالی که NIST هر دوی اقدامات و جریان‌ها را با اصطلاحات مرجع از پی تعریف شده لیست می‌کند. در این حالت تطابق نسبی برای زیرگروه‌ها (حرکت و حفظ یکپارچگی فیزیکی) به ۱۰۰٪ سازگاری می‌رسد و تقریبا به سازگاری کامل برای تغییر زیر گروه دست می‌یابد: تطابق ۶۴/۵٪؛ جزئی ۲۷/۴٪؛ عدم تطابق ۸/۰٪. مشکلات مربوطه این واقعیت که توابع BT اغلب به صورت مبهم تعریف می‌شوند و بیش از اندازه مربوط به برخی از زمینه‌های خاص بیولوژیکی هستند در این مقایسه نیز پیدا می‌شوند و سطح تطابق جزئی در اینجا نسبتاً زیاد است.

با توجه به محدودیت‌های فضای آشکار نقشه برداری کامل از تجزیه و تحلیل مکاتبات بالا توضیح داده نمی شود. نویسندگان قصد دارند این انجمن‌ها را در آینده به عنوان ابزار جایگزین برای ورود به پایگاه داده Ask Nature ایجاد کنند. علاوه بر این، امکان ارائه و تجزیه و تحلیل زیر طبقه‌بندی تقسیم‌بندی تابع BT بر اساس پنج کلاس به نتایج زیر رسیده است: زمان اقدام ۴/۴٪؛ محیط زیست اقدام ۸/۴؛ شی جفت ۴۱/۳٪؛ پارامتر شی ۳۸/۵٪، دیگران ۷/۲٪. توابع BT متعلق به دسته زمان عمل به‌طورخاص به زیرگروه‌هایی مانند انتقال، ساخت و اطلاعات پردازش محدود است. محیط عمل با تعداد بیشتری از توابع مرتبط است و عمدتاً در زیرگروه‌ها، انتقال، حفظ جامعه و اطلاعات فرایند حضور دارند. دسته شی جفت شامل توابع مرتبط به تقریباً هر کلاس است اما فقط در زیر گروه دریافت، ذخیره و یا توزیع منابع یک تطابق نسبی کامل وجود دارد. علاوه بر این، این کلاس از توابع تقریباً در زیرگروه‌های اصلاح و حرکت وجود ندارد. در نهایت توابع BT اختصاص داده شده به دسته پارامتر شی تقریبا در همه زیرگروه‌های BT قرار می‌گیرند اما آن‌ها در زیر گروه‌های انتقال، دریافت، ذخیره و یا توزیع منابع ظاهر نمی‌شوند. مقدار کلی از توابع با هیچ یک از موارد فوق دسته‌بندی نشده است، اما با وجود تقریبا ناچیز بودن آن‌ها در کلاس فرعی «دیگران» شرکت می‌کنند.

▪ نمونه‌های موردی ادغام تریز و بیومیمتیکس

بعضی از نمونه‌ها در اینجا برای نشان دادن مزایای بالقوه جدول‌های نقشه‌بندی پیشنهادی گزارش شده اند. در اینجا فرض مقابله با مشکل فنی و جستجو برای الهامات بیولوژیکی از طریق انجمن‌های مورد بحث در بالا می‌باشد. پس از تعریف یک مشکل فنی فرضی که در قالب یک جستجوی

کاربردی بیان شده است، شناسایی سوابق مربوط به پایگاه دادگاه Ask Nature برای الهام مفهوم کلی این مراحل را دنبال کرده است:

۱- مشخص کردن نیاز عملیاتی به‌عنوان جفت اندام جریان پایه NIST و با توجه به صورت OTSM

۲- مجزا کردن از طریق جداول مکاتباتی پیشنهاد شده در این مقابله، بهترین اتصالات گروه های BT و زیر گروه ها و توابع؛

۳- نمونه های بیولوژیکی در پایگاه داده ASK Nature مربوط به گروه های BT و زیر گروه های مشخص شده در مرحله قبل را پیدا کنید.

۴- مناسب‌ترین عملکرد را به عنوان منبع الهام بخش برای فرایند طراحی اختراع انتخاب کنید.

مهم است که توجه داشته باشیم که اگر عملکرد طبیعی از BT را نتوان از طریق NIST و یا مدل‌های OTSM بیان کرد (یعنی یک عدم تطبیق در تمام مقایسه‌های بالا ثبت شده است) امکان دسترسی به نمونه های طبیعی مرتبط به این بخش از صندوق اطلاعات وجود ندارد. برای مثال بگذارید مسئله زیر را در نظر بگیریم: در طی طراحی یک ماشین جدید که با مایع سمی کار می کند مهم است که از هر گونه از دست رفتن این گاز جلوگیری شود تا خطر آلودگی محیط کاهش یابد.

از نقطه نظر مهندسی، مشکل را می توان با یک مدل پایه عملکردی NIST توصیف کرد مانند:

- NIST (کنترل بزرگی، توقف، مهار- مواد، گاز)

با توجه به رویه فوق، می توان زیر گروه های متناظر را مشخص کرد:

- NIST (کنترل بزرگی، توقف، مهار- مواد، گاز) - + BT (حفاظت از عوامل بی‌رویه cabiotic گاز / فقدان گازها)

مهم است که توجه داشته باشیم که ممکن است بیش از یک تابع BT را به عنوان خبرنگار برای مدل NIST مشکل طراحی پیدا کنیم. بعد از اینکه زیر مجموعه های BT را که به دنبال عملکرد طبیعی هستند. انتخاب کردیم، می تواند پایگاه داده Ask Nature را مرور کنید تا نمونه‌های طبیعی پیشنهاد شده را پیدا کنید برای مطالعه مورد خاص، نمونه‌های طبیعی در جدول ۵ گزارش شده است.

جدول ۵. توابع طبیعی استخراج شده از پایگاه داده ASK Nature با استفاده از مکاتبات پایه عملیاتی NIST

استراتژی	زیر گروه	تابع BT	شرح
حفظ یکپارچگی فیزیکی گاز	حفاظت از گازها عوامل abiotic		کپسول و آنزیم ها از دانه محافظت می کنند: لوتوس لانه های تهویه گرما و گاز را حذف می کنند: موریانه ها مخازن تشکیل حباب، فقدان درخت نرخ تنفس اجازه زنده ماندن در اکسیژن کم را می دهد: کوسه کور تقویت تهویه خاک: کوتاه کردن راکیدنا

توصیف این سوابق امکان انتخاب مناسب‌ترین منبع الهام طبیعی و بهبود روند طراحی نوین را فراهم می‌کند. با این حال با هدف توضیح قابلیت استفاده از نقشه‌های پیشنهادی، فرض می‌کنیم که دستگاه مثال قبلی نیاز به بهبود ظرفیت ذخیره‌سازی خود دارد. در این مورد فقط برای مقاصد توضیحی، ما از یک معیار نمونه ای کاربردی به وسیله مدل عملیاتی OTSM استفاده می‌کنیم.

- OTSM (تثبیت- حجم گاز)

با توجه به مرحله ۱، متقاضیان زیر گروه های BT را می توان در موراد زیر جستجو کرد:

- OTSM (تثبیت حجم گاز) - + BT (دریافت، ذخیره یا توزیع منابع- ذخیره- گازها)

در این مورد تنها یک گروه از توابع BT مطابق با مدل ورودی مشکل وجود دارد. پایگاه داده ASK Nature لیستی از نمونه‌های طبیعی را که در جدول ۶ نشان داده شده است ارائه می‌دهد.

جدول ۶. نمونه‌های طبیعی استخراج شده از پایگاه داده ASK Nature از طریق پرس و جو، ذخیره گاز)

استراتژی	زیر گروه	تابع BT	شرح
دریافت، ذخیره و یا توزیع منابع	ذخیره	گازها	عنکبوت تانک زیر آبی ایجاد می کند: عنکبوت آبی سیستم جریان هوا، کیسه ها مبادله کارآمد گاز را فراهم می کنند: پرندگان برگ ها خود را با محیط در حال تغییر سازگاری می کنند: سربرگ مشترک تیوب شنا گازها را حفظ می کند: پرتو ماهی

۵- نتیجه‌گیری و جمعبندی

با تجزیه و تحلیل جداول همبستگی بین BT و پایه عملیاتی NIST امکان توجه به این موضوع که ویژگی توابع BT برای استفاده از این دو ابز ار مدل به همان اندازه بالاست. جلوگیری از تجزیه زیر گروه BT، که به یک تطابق جزئی کامل می‌رسد برای استفاده از مبنای عملکرد NIST به عنوان یک ابزار مدل به منظور انتقال دانش ضروری هستند. به‌طورخاص لازم است یک مجموعه جدید از توابع بیولوژیکی با هدف خاص توصیف جریان‌های بیولوژیکی وجود داشته باشد. تجزیه زیرگروه می‌تواند به عنوان یک کلاس کاربردی بیولوژیکی در نظر گرفته شود و این دلیل آن است که چرا تطابق بین این دو مجموعه مدل کامل شده است. در این تجزیه و تحلیل، تطابق جزئی به بالاترین درصد رسیده است. این واقعیت نشان‌دهنده یک محدودیت بزرگ برای فرایند اتوماتیک فرضی فوق الذکر است. در مورد استفاده از الگوی کاربردی OTSM به عنوان حمایت از روند بازیابی اطلاعات در ASK Nature نتایج به شدت تغییر کرده و مطابقت برای سه زیر گروه BT کامل شده است: انتقال یا ساکن بودن حفظ یکپارچگی فیزیکی و اصلاح. در این مورد آزادی در انتخاب پارامتر شی اجازه در نظر گرفتن توابع بیولوژیکی را به منظور متناسب کردن بیشتر توابع بیولوژیکی BT را به

دست می‌دهد. علاوه بر این، بیان مناسب پارامتر شی نیازمند یک تجزبه بالاتر توسط طراح می باشد و در هر موردی فقدان لیست مرجع یک علت ممکن برای تکرار محدود است. هدف این مقاله ارائه نتایج اولیه با هدف ساماندهی روند طراحی الهام‌گرفته از زیست‌شناسی است. این مقاله بر روی فرصت‌های ادغام منابع اطلاعات موجود در این زمینه و اصلاحات لازم جهت بهبود روند انتقال دانش و انتقال راه‌حل متمرکز شده است. دو تکنیک مدل‌سازی عملکردی مهندسی مرجع، یعنی پایه عملیاتی NIST و مدل عملکردی OTSM-TRIZ مورد توجه قرار گرفته است. هر دو با سیستم طبقه‌بندی Biomimicry با هدف دسته‌بندی گروه‌های BT و توابع با تطابقات مهندسی موجود مقایسه شده اند. هر دو سیستم مدل سازی کاربردی اجازه می‌دهند تا مجموعه‌ای از توابع بیولوژیکی ASK Nature را به‌عنوان منبع الهام در فرایند طراحی اختراع به دست آورند، اما مدل عملیاتی OTSM نشان داد که بخش بزرگی از پایگاه داده Biomimicry را پوشش می‌دهد. از سوی دیگر به علت فقدان اصلاحات مرجع، آن به طور بالقوه از کاهش تکرار پذیری عملکرد سه گانه حامل- اقدام- هدف رنج می‌برد. در چنین مواردی پیامد منفی بالقوه تعداد بیشتری از تطابقات با BT، با انحراف از روند حل مسئله است. علاوه بر این مشخصه لیست NIST جریان‌های استاندارد، درصد کوچکتری از تطابقات مناسب بین نمایندگی اقدام- جریان و BT را نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل علل خاص این عدم تطابق مکمل نشان داد که برخی از سفارشی‌سازی‌ها ضروری است. اولاً پیشنهاد شده است که برخی از جریان‌های بیولوژیکی خاصی را در مبنای عملکرد NIST به منظور دستیابی بهتر به این دو مدل در نظر بگیریم. با توجه به ناهمگونی تعریف آن، تعدادی از اصلاحات در طبقه بندی عملکرد BT مورد نیاز است که با یک فرمول مبهم بیان شده در مقاله مشخص می‌شود. نویسندگان در این جا پیشنهاد می کنند که معیار دسته بندی مکمل توابع BT را به منظور روشن کردن اصل طبقه‌بندی آن معرفی کنیم. تحولات آینده این کار مربوط به بررسی فرصت‌های خودکار شناسایی منابع مربوط به ASK Nature است که از هر روش مدل‌سازی مشکوک در زمینه طراحی مهندسی و نیز گسترش آنالیز مشابه به پایگاه داده‌های زیست موثر بیشتر استفاده می‌شود.

(*) 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

1- Batanouny. (2001). Kamal H. Batanouny, "Plants in the deserts of the Middle-East", Series "Adaptations of desert organisms", Springer, Verlag
2- Benyus. (1998). Janine M. Benyus. "Biomimicry; Innovations inspired by nature", Harper Perennial Press.
3- Berlin Heildelberg NewYork.
4- Berlin Heildelberg NewYork.
5- Costa. (1995).Giovanni Costa, "Behavioral adaptations of desert animals", Series "Adaptations of desert organisms", Springer, Verlag Berlin
6- Elghawaby.(2006).M. Elghawaby, "The future of smart architecture in Egypt; a way to design environmental building", 2006, Ain Shams
7- Faludi, J. (2005). Biomimicry for Green Design (A How To). World Changing
8- Gibson. (1996), A. C. Gibson, "Structure-function relation of warm desert plants", Series "Adaptations of desert organisms", Springer, Verlag
9- Guillot. (2008). Agnès Guillot, Jean-Arcady Meyer, "La biunique: Quand la science imite la nature", Dunod,, Paris .
10- Heildelberg NewYork.
11- Illustrated by Ahmed Gheith, The American University in Cairo Press, Cairo, 2008, pp. 216.
12- ISBN-13: 978-9774160219.
13- Knippers, J. (2009). Building and Construction as a Potential Field for the Application of Biomimetic Principles. Stuttgart, International Biona
14- Shenbrot et al. (1999). Georgy I. Shenbrot, Bario R. Krasnov, Konstantin A. Rogovin, "Spatial ecology of desert rodent communities", Series
15- Siliotti. (2000). Alberto Siliotti, "Sinai: Egypt pocket guide", The American University in Cairo Press, Cairo, 10.
16- Springuel. (2006). Irina Springuel, "The Desert Garden: A Practical Guide", The American University in Cairo Press, Cairo, 2006, pp. 176,
17- Symposium, ITKE, Stuttgart University.
18- University, Cairo, Egypt.
19- Wigginton. (2002). Michael Wigginton , Jude Harris, "Intelligent Skins", Architectural press, Oxford, London.
20- Zalat. (2008). Zalat S., Gilbert F., "Gardens of a sacred landscape: Bedouin heritage and natural history in the high mountains of Sinai",
21- Zari, M. P. (2007). Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability. Auckland, Sustainable Building Conference.

چکـــــــــــیده لاتین

Ferial Sadatsiadati- *Phd in architecture, Department of Architecture, Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*

Biomimetic and the innovative problem solving method (TRIZ) in the creative design of architecture

Abstract

This paper presents the first results of a doctoral program with the aim of examining the range of domain relationships between TRIZ and Biomimetic within the new design range. In fact, several authors are currently proposed as a research path related to identifying the opportunity for integration between TRIZ and Biomimetic for more effective and efficient design. This paper presents a comparison between tools based on the performance model used in the problem solving process inside TRIZ and Biomimetic. This paper presents a comparison between tools based on the performance model used in the problem solving process inside TRIZ and Biomimetic. This comparison aims to develop the supplementary overlap and the incompatibility of these tasks in order to improve the nature of natural solutions in a method of engineering and how to describe the technical problems in order to use natural information as a source of inspiration given by a multi - sample analysis. The obtained results are discussed in terms of changes in describing the engineering problem to use a database of biological functions (e. g., classification) as a natural knowledge source in the new design process.

Key words: *TRIZ (problem solving), architectural design, model making of nature.*