

حرکت با صدها پا بدون مغز؛ معمایی که رباتیک را متحول می کند



پژوهشگران با کشف راز حرکت ستاره‌های دریایی نشان داده‌اند که چگونه این موجودات بدون داشتن مغز مرکزی، صدها پای لوله‌ای شکل (ساختارهای مکنده ریزی که در زیر هر یک از پنج بازوی آن قرار دارند) خود را به طور هماهنگ به حرکت درمی‌آورند. این سازوکار می‌تواند تحولی در طراحی ربات‌های مستقل و مقاوم ایجاد کند.

به گزارش اقتصادسراسر آمد از وبگاه تک‌اکسپلور در گزارشی آورده است: اگر فکر می‌کنید زندگی پرمشغله‌ای دارید، به ستاره‌های دریایی فکر کنید: موجوداتی که بدون داشتن مغز مرکزی، باید حرکت صدها پای لوله‌ای کوچک خود را در محیط‌های پیچیده هماهنگ کنند.

این موجودات برای آزمایشگاه حرکت الهام گرفته از زیست‌شناسی کانسو در دانشگاه کالیفرنیای جنوبی، پدیده‌ای جذاب محسوب می‌شوند. این آزمایشگاه، متخصص رمزگشایی فیزیک جریان در سامانه‌های زنده است و معمولاً از این بخش‌ها برای پیشبرد فناوری رباتیک استفاده می‌کند.

بنابر گزارش اپرنا، مقاله اخیر این آزمایشگاه (منتشرشده در نشریه مقالات آکادمی ملی علوم آمریکا/ PNAS) نشان می‌دهد که حرکت ستاره دریایی نه توسط مغز، بلکه با اجرای یک قانون ساده در هر پا کنترل می‌شود: اگر نیروی کششی زیادی به پا وارد شد یعنی چسبیدن سخت شد، رها کن. اگر نیروی کمی وارد شد (یعنی شرایط برای کشیدن مساعد بود)، محکم بگیر و بکش. این حسگر فشار ساده، کل سامانه هوشمند حرکت غیرمتمرکز را می‌سازد: هر پای لوله‌ای این قانون را به طور مستقل اجرا می‌کند و در نتیجه، کل بدن به طور هماهنگ به حرکت درمی‌آید.

پروفسور ایوا کانسو (Eva Kanso)، مدیر آزمایشگاه، توضیح می‌دهد: ما همراه زیست‌شناسان، با استفاده از چاپگر سه‌بعدی یک ابزار آزمایشگاهی مخصوص شبیه به کوله‌پشتی برای ستاره دریایی طراحی کردیم. با افزودن و کاهش وزن این کوله‌پشتی، توانسیم واکنش هر پای ستاره دریایی به بار اضافی را مشاهده و اندازه‌گیری کنیم.

آنچه پژوهشگران کشف کردند این بود: هر پا به طور مستقل به تغییرات بار و اکتش نشان می‌داد. کانسو می‌گوید: از ابتدا فرض کردیم که ستاره‌های دریایی از یک راهبرد کنترل توزیع‌شده سلسله‌مراتبی استفاده می‌کنند؛ جایی که هر پا بر اساس سرخ‌های مکانیکی محلی، تصمیم می‌گیرد چه زمانی به سطح چسبید یا جدا شود.

پژوهشگران دانشگاه کالیفرنای جنوبی یک مدل ریاضی توسعه دادند که نشان می‌دهد چگونه قواعد کنترل ساده و محلی، به واسطه مکانیک بدن به هم مرتبط می‌شوند؛ یعنی وقتی یک پا متبض می‌شود و بخشی از بدن را به سمت خود می‌کشد، این کشش از طریق بافت انعطاف‌پذیر به پاهای کناری منتقل می‌شود و نیروی وارد بر آن‌ها را تغییر می‌دهد و در نهایت کل بدن به صورت هماهنگ حرکت می‌کند.

این الگوی حرکتی هوشمند، که در آن هر بخش بر اساس وضعیت خودش واکنش نشان می‌دهد، گزینه‌ای مطلوب برای ساخت ربات‌های نرم و چندبخشی است. کاربرد چنین سامانه‌ای بسیار گسترده خواهد بود: از ربات‌های جست‌وجوگر در خشکی و زیردریایی‌ها گرفته تا کاوشگرهای فضایی در سیارات دیگر.

هدف، ساخت ربات‌هایی است که بتوانند در سطح‌های نامهوار، دیوارهای عمودی یا حتی در حالت واژگونی، یعنی در مکان‌هایی که ارسال فرمان به‌صورت مداوم از یک مرکز کنترل یا از سوی انسان ممکن نیست، حرکت کنند.

کانسو می‌گوید: وقتی انسان روی دست‌هایش می‌ایستد، بدنش نسبت به حالت عادی وارونه می‌شود. در یک آزمایش، ستاره دریایی را وارونه کردیم و به پشت پرگرداندیم؛ اما برخلاف انسان که در این حالت نیاز به تلاش آگاهانه و تعادل دارد، پاهای لوله‌ای ستاره دریایی به طور خودکار و بدون نیاز به فکر کردن، به حرکت ادامه دادند.

ستاره دریایی به جای یک فرمانده مرکزی، از اطلاعات محلی هر پا استفاده می‌کند که هر کدام فشار جاذبه را جداگانه احساس می‌کنند. هماهنگی حرکتی از اتصال مکانیکی پاها به بدن ایجاد می‌شود؛ وقتی یک پا فشار وارد می‌کند، این نیرو به دیگر پاها منتقل می‌شود؛ بنابراین، اگر یک پا از کار بیفتد، کل سامانه متوقف نمی‌شود و این به معنای مقاومت بالا و انعطاف‌پذیری چشمگیر است.



گروه راهبردی – مرتضی فاخری – در پهنه‌ی

بیکران اقیانوس‌ها، جایی که تجارت جهانی نفس می‌کشد و ژئوپلیتیک معنا می‌یابد، شبکه‌ای نامرئی از قوانین و مقررات کهن، رگ‌های حیاتی این عرصه را در تنگنا قرار داده است. این چارچوب‌های حقوقی، که روزگاری سنگ بنای نظم و امنیت دریاها بودند، امروز در سایه‌ی شتاب فزاینده‌ی تحولات فناوریانه، زیستمحیطی و ژئوپلیتیک، رنگ کهنگی و ناکارآمدی به خود گرفته‌اند. کشتی‌های خودران در آستانه‌ی گسیل به دریا هستند، حال آنکه مفهوم سنتی «ربان» در قوانین موجود غایب است. جنگ سایبری، زیردریایی‌های نامرئی خود را به قلب سیستم‌های ناوبری می‌فرستد، در حالی که پروتکل‌های امنیتی حاضر، هنوز درگیر تصویر زردان دریایی سنتی هستند. اقیانوس‌ها، این شریان‌های حیات کره‌ی زمین، با چالش بی‌سابقه‌ی اسیدی شدن، افزایش دما و آلودگی‌های نوظهور دست به گریبند، ولی پاسخ حقوقی به این بحران‌ها، اغلب واکنشی کند، پراکنده و فاقد قدرت اجرایی الزام‌آور لازم است. این ناهمزمانی خطرناک بین واقعیت‌های نوین و قوانین متروک، نه تنها ایمنی و امنیت دریانوردی را به مخاطره می‌اندازد، بلکه توسعه‌ی پایدار اقتصاد آبی و حفاظت از میراث مشترک بشریت را با مانعی جدی روبه‌رو ساخته است.

مرتضی فاخری، پژوهشگر ارشد علوم راهبردی در مطلبی به سرآمد آورده است: در این میان، سازوکارهای حکمرانی بین‌المللی دریایی نیز، با ساختاری عمده‌تبعی بر اجماع و فرآیندهایی زمان‌بر، از چابکی لازم برای پاسخگویی به این تحولات شتابان بازمانده‌اند. سازمان‌های تأسیس‌شده در قرن بیستم، با دستورکارهایی از پیش تعریف‌شده، تلاش می‌کنند تا طوفان سهمگین قرن بیست و یکم را با قایق‌هایی ساخته‌شده برای آب‌های آرام مدیریت کنند. نتیجه، ایجاد فضایی پر از ابهام، خلأ قانونی و در مواردی، تعارض متاف میان بازیگران دولتی و غیردولتی است. تداوم این وضعیت، به معنای پذیرش ریسک‌های غیرضروری، افزایش هزینه‌های اقتصادی، تشدید تنش‌های بین‌المللی و مهم‌تر از همه، به خطر انداختن ثبات بوم‌سازگان‌های دریایی است. بنابراین، بازنگری در این قوانین فرسوده و ناکارآمد، دیگر یک گزینه‌ی آکادمیک یا لوکس نیست، بلکه ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای تضمین آینده‌ای امن، پایدار و مرفه برای همه‌ی ملت‌هایی است که سرنوشت‌شان به دریا گره خورده است.

بن‌بست حقوقی در برابر فناوری

در دنیای پهناور اقیانوس‌ها، جایی که بادهای پیشرفت فناوری با سرعتی بی‌سابقه در حال وزیدن هستند، قوانین و مقررات حاکم بر دریاها همچون لنگرهای کهنه‌ای هستند که کشتی مدرن تمدن را در گردابی از ابهام و خطر گرفتار کرده‌اند. صحنه دریانوردی امروز شاهد ظهور بازیگران نوینی است: کشتی‌های خودران (MASS) که بدون حضور فیزیکی خدمه، قلمروهای آبی را درمینوردد، سیستم‌های هوشمندی که تصمیمات حیاتی را در کسری از ثانیه اتخاذ می‌کنند، و سکوهای فراساحلی پیچیده‌ای که از انرژی باد و موج نیرو می‌گیرند. این تحولات شگرف، در حال بازنویسی القیای دریانوردی هستند، اما کتاب قانون همچنان بر فصل‌های منسوخ شده اصرار می‌ورزد. قوانین بین‌المللی کنونی، از کنوانسیون ایمنی جان اشخاص در دریا (SOLAS) تا مقررات جلوگیری از برخورد در دریاها (COLREGs)، بر محوریت انسان و حضور فیزیکی او در عرشه کشتی بنا شده‌اند. این چارچوب‌های سنتی

در دنیای پهناور اقیانوس‌ها، جایی که بادهای پیشرفت فناوری با سرعتی بی‌سابقه در حال وزیدن هستند، قوانین و مقررات حاکم بر دریاها همچون لنگرهای کهنه‌ای هستند که کشتی مدرن تمدن را در گردابی از ابهام و خطر گرفتار کرده‌اند. صحنه دریانوردی امروز شاهد ظهور بازیگران نوینی است: کشتی‌های خودران (MASS) که بدون حضور فیزیکی خدمه، قلمروهای آبی را درمینوردد، سیستم‌های هوشمندی که تصمیمات حیاتی را در کسری از ثانیه اتخاذ می‌کنند، و سکوهای فراساحلی پیچیده‌ای که از انرژی باد و موج نیرو می‌گیرند. این تحولات شگرف، در حال بازنویسی القیای دریانوردی هستند، اما کتاب قانون همچنان بر فصل‌های منسوخ شده اصرار می‌ورزد. قوانین بین‌المللی کنونی، از کنوانسیون ایمنی جان اشخاص در دریا (SOLAS) تا مقررات جلوگیری از برخورد در دریاها (COLREGs)، بر محوریت انسان و حضور فیزیکی او در عرشه کشتی بنا شده‌اند. این چارچوب‌های سنتی



فریب‌ناپذیری - اقتصاد سرآمد



«سرآمد» بررسی می‌کند؛

«قوانین دریایی متروک» سدهی نامرئی در برابر امنیت و پیشرفت دریانوردی

از نقد ساختار تصمیم‌گیری IMO تا سکوت قوانین در برابر چالش‌های زیست‌دریایی

با هدف مهار گونه‌های مهاجم تدوین شد، خود به نمونه‌ای از ناکارآمدی نظام تنظیم‌گری تبدیل شده است. سیستم‌های تصفیه‌ای که بر اساس این کنوانسیون نصب می‌شوند، اغلب در برابر اشکال مقاوم زیستی مانند کیست‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌های دریایی کارایی ندارند و راه را برای مهاجمان جدیدی می‌گشایند که با سرعتی بیش از توان تطابق اکو سیستم‌های بومی، تنوع زیستی را نابود می‌کنند. این ناتوانی در همگامی با سرعت تکامل زیستی، تهدیدی مستقیم برای امنیت غذایی و تاب‌آوری اقتصادی جوامع ساحلی به شمار می‌رود. افزون بر این، قوانین بین‌المللی حاضر کاملاً از نقش حیاتی اقیانوس‌ها به عنوان بزرگ‌ترین ذخیره‌گاه کربن آبی از طریق حفاظت از جنگل‌های مانگرو، علفزارهای دریایی و پهنه‌های جلبکی، غافل مانده‌اند. فقدان چارچوب‌های حقوقی مشخص برای سرمایه‌گذاری، پایش و بهره‌برداری پایدار از این اکوسیستم‌های کلیدی، نه تنها فرصت طلایی کاهش طبیعی گازهای گلخانه‌ای را از دست می‌دهد، بلکه حفاظت از این ذخایر گرانبها در برابر توسعه‌های ساحلی مخرب و تغییرات آب‌وهوایی را نیز به امری شائبی تبدیل کرده است. این سکوت قوانین، فریادی بلند برای بازنگری فوری و تدوین مقرراتی پیش‌دستانه است که بتوانند پاسداران واقعی آبی باشند که ادامه حیات بر سیاره زمین به آن وابسته است.

امنیت سایبری دریایی: قلمروی بی‌قانون در فضای سایبری دریانوردی

در عصر دیجیتال، اقیانوس‌ها نه تنها پهنه‌های فیزیکی، بلکه قلمروی وسیع و نامرئی از داده‌ها و ارتباطات سایبری شده‌اند. کشتی‌های هوشمند امروزی، با شبکه‌های پیچیده‌ای از سیستم‌های ناوبری، کنترل پیشرانه و ارتباطی در هم تنیده شده‌اند و بنادر کلیدی به گره‌های حیاتی در زنجیره تأمین جهانی تبدیل گشته‌اند. بسا این حال، در این فضای حیاتی، قوانین حاکم به طرز خطرناکی از واقعیت‌های تکنولوژیک عقب مانده‌اند. کد امنیت کشتی‌ها و تأسیسات بندری (ISPS Code) که پس از حادثه ۱۱ سپتامبر برای مقابله با تهدیدات تروریستی فیزیکی تدوین شد، فاقد هر گونه الزام صریح، فنی و قابل اجرا برای محافظت از دارایی‌های سایبری است. این خلأ قانونی، دریانوردی جهانی را در برابر طوفانی خاموش از تهدیدات سایبری آسیب‌پذیر کرده است. یک حمله‌گر می‌تواند از راه دور، با دستکاری سیستم شناسایی خودکار (AIS)، موقعیت یک نفتکش عظیم را پاک کند یا بسا آورده کردن سامانه نمایش الکترونیکی نقشه‌های دریایی (ECDIS)، آن را به مسیر صخره‌ها هدایت نماید. حتی سیستم‌های حیاتی کنترل پویش گر نیز از این خطر مصون نیستند و می‌توان قفل‌های هیدرولیک یا دستگاه‌های بارگیری را از هزاران کیلومتر دورتر به تسخیر درآورد. در چنین منظره‌ای، قوانین فعلی تنها نظاره‌گرانی منفعل هستند که فاقد زبان و ابزار لازم برای پیشگیری، کشف و پاسخ به این جرائم نوظهور می‌باشند.

این در حالی است که دیگر بخش‌های حیاتی زیرساخت، مانند صنعت هوایپمایی و انرژی، گام‌های بلندی در جهت تدوین استانداردهای امنیت سایبری اجباری و خاص صنعت خود برداشته‌اند. سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO) اگرچه با انتشار راهنمای عمومی در سال ۲۰۱۷ (صحت تلاش کرده است تا توجه صنعت را به این موضوع جلب کند، اما این راهنمای داوطلبانه و غیرالزام‌آور، در مقایسه با مقررات سختگیرانه‌ای که در صنعت هوانوردی برای محافظت از سیستم‌های کنترل ترافیک هوایی و هواپیماها اعمال می‌شود، با استانداردهای اجباری بخش انرژی برای دفاع از شبکه‌های برق و پالایشگاه‌ها، بسیار ضعیف و نامؤثر جلوه می‌کند. این تقابلی آشکار، پرسشی جدی را درباره کارایی و اراده نظام تنظیم‌گری دریایی برمی‌انگیزد. آیا رویکرد منفعلانه و مبتنی بر توصیه، در دنیایی که یک حمله سایبری موفق می‌تواند به یک فاجعه زیستمحیطی بی‌سابقه، بحران اقتصادی یا حتی تلفات انسانی منجر شود، کافی است؟ فقدان یک چارچوب حقوقی یکپارچه، الزام‌آور و مبتنی بر ارزیابی ریسک، نه تنها امنیت ملی کشورهای ساحلی را تهدید می‌کند، بلکه ثبات و اعتماد ضروری برای تجارت جهانی را نیز به مخاطره می‌اندازد. غفلت از این واقعیت که امنیت فیزیکی و سایبری در دریا دو روی یک سکه جدایی‌ناپذیر هستند، اشتباهی استراتژیک است که تبعات آن می‌تواند برای تمام بازیگران این عرصه غیرقابل جبران باشد.

گذرگاه‌های نوین و مناقشات ژئوپلیتیک

در قلب تحولات ژئوپلیتیک قرن بیست و یکم، نقشه آبی جهان در حال دگرگونی اساسی است. ذوب یخ‌های قطبی به شتابی بی‌سابقه، گذرگاه‌های افسانه‌ای شمال شرقی و شمال غربی را به واقعیت‌های تجاری و نظامی ملموس بدل کرده و کریدورهای استراتژیک جدیدی مانند ابتکار کمربند و جاده دریایی چین، شبکه کهنه کشتیرانی جهانی را بازتعریف می‌کنند. با این حال، در برابر این تحولات بنیادین، چارچوب حقوقی حاکم بر دریاها به ویژه کنوانسیون

سازمان ملل متحد در مورد حقوق دریاها (UNCLOS) که دهه ۱۹۸۰ و در رفتار متفاوتی تدوین شده، همچون نقشه‌ای کهنه برای ناوبری در سرزمینی ناشناخته عمل می‌کند. مفاد این کنوانسیون در مواجهه با پیچیدگی‌های مناطق قطبی با بن‌بست مواجه است: تعریف «آب‌های تاریخی»، «حقوق دول ساحلی در آب‌های یخ‌زده» و «معیارهای زیستمحیطی در پهنه‌های آسیب‌پذیر» در هاله‌ای از ابهام فرو رفته و فضایی باز برای برداشت‌های یکجانبه و تقابلی‌های ملی باقی گذاشته است. این ناکارآمدی، مدیریت هماهنگ ترافیک دریایی، پاسخ به حوادث اضطراری و حفاظت از اکوسیستم‌محصره‌بفرده قطبی را با چالش مواجه ساخته و هرگونه حرکت کشتی در این مسیرها را به میدان آزمایشی برای تعیین رویه‌های آینده تبدیل کرده است. این چالش تنها به قطب محدود نمی‌شود. ابتکارات کلان اقتصادی-دریایی نوظهور، که شبکه‌ای از بنادر، مناطق صنعتی و کریدورهای لجستیکی را در مقیاس قاره‌ای می‌آفرینند، مفاهیم سنتی حاکمیت، مسئولیت و نظارت را زیر سؤال می‌برند. هنگامی که یک کریدور دریایی از محدوده آب‌های سرزمینی چندین کشور عبور می‌کند، کدام نهاد بر ایمنی، امنیت و استانداردهای زیستمحیطی آن نظارت می‌کند؟ تعارضات حاکمیتی در فلات قاره‌های گسترده و مناطق دریایی موردادعای هم‌پوشان—از دریای جنوبی چین گرفته تا دریای سیاه—وضعیتی بحرانی‌تر می‌یابد. در این مناطق، UNCLOS اغلب به جای آن‌که راه‌حل باشد، به ابزاری برای مشروعیت‌بخشی به ادعاهای رقیب تبدیل می‌شود. مطالعه موردی درگیری‌ها در آب‌های منطقه‌ای نشان می‌دهد که فقدان مکانیسم‌های کارآمد برای تفسیر فوری، حل اختلاف سریع و تعیین مرزهای دریایی مبتنی بر اصول علمی، آتش‌تتش‌ها را دامن می‌زند و فضایی را ایجاد می‌کند که در آن قدرت نظامی و اقتصادی اغلب بر استدلال حقوقی ترجیح داده می‌شود. این وضعیت، بنیان نظم مبتنی بر قانون در دریاها را تضعیف کرده و سرمایه‌گذاری‌های کلان در پروژه‌های زیرساختی دریایی را در معرض ریسک غیرضروری ژئوپلیتیک قرار می‌دهد.

برای نجات کارایی حقوق بین‌ملل در دریاها در این عصر نوین، ضرورتی فوری برای تکمیل، تفسیر پویا و انطباق قواعد موجود با جغرافیای در حال تغییر جهان احساس می‌شود.

نقدساختار تصمیم‌گیری IMO و راه‌حل‌های نهادی نوین

سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO)، به عنوان رکن تنظیم‌گر جهانی این صنعت، در معماری حکمرانی خود با چالشی بنیادین دست به گریبان است: ساختار تصمیم‌گیری کند و سنگینی که بر پایه اجماع اعضای ۱۷۵ کشورهاش بنا شده و هرگونه تحول مبتکرانه را در باتلاق مذاکرات بی‌پایان گرفتار می‌کند. این نهاد که محصول میانه قرن بیستم است، برای پاسخگویی به نیازهای پرسرعت دنیای دیجیتال و متحول قرن بیست و یکم ساخته نشده است. فرآیند چندساله تصویب، اصلاح و اجرای یک مقرره از اوایل پیشنویس تا لازم‌الاجرا شدن، به برابر شتاب انفجار فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی، انرژی‌های نو و سامانه‌های خودران، همچون دویدن در جا می‌ماند. این شکاف زمانی خطرناک، صنعت را در وضعیت ناپایداری قرار می‌دهد که در آن ناووری یا به دلیل فقدان چارچوب امن متوقف می‌شود، یا بدون هدایت نظارتی لازم به پیش می‌تازد و ریسک‌های غیرقابل پیش‌بینی ایجاد می‌کند. وابستگی مطلق به اجماع، که اغلب به کم‌ترین‌مخرج مشترک تعهدات می‌انجامد، قوانینی «بی‌دندان» و عمومی می‌سازد که فاقد قدرت بازدارندگی و انطباق با شرایط خاص مناطق مختلف جهان است.

رهایی از این بن‌بست، مستلزم جسارت در بازاندیشی معماری حکمرانی دریایی و به‌کارگیری مدل‌های جایگزین و چابک‌تر است. یک راه‌حل پیش رو، حرکت به سمت «نظم‌گری چندسطحی» است که در آن مسئولیت میان نهاد جهانی، اتحادیه‌های منطقه‌ای (مانند اتحادیه اروپا یا آسه‌آن)، و حتی استانداردهای صنعتی خصوصی که سریع‌تر تدوین می‌شوند، تقسیم گردد. هم‌چنین، ایجاد «فضاهای آزمایشی مقرراتی» یا Regulatory Sandboxes می‌تواند بستری امن و کنترل‌شده برای آزمودن فناوری‌های نوین در محیط عملیاتی فراهم کند، بدون آنکه کل صنعت در معرض ریسک قرار گیرد. استقرار «کمیته‌های واکنش سریع» متشکل از کارشناسان فنی، حقوقی و صنعتی با اختیار ارائه پیشنهادت فوری برای رفع خلأهای قانونی در مواجهه با بحران‌های ناگهانی (مانند یک حادثه سایبری بزرگ یا یک فناوری انقلابی) نیز می‌تواند انعطاف سیستم را افزایش دهد. بدون شک، نقطه‌ی عطف این تحول نهادی در گرو پیاده‌سازی «سیستم‌های اصلاح چابک قوانین» است؛ نظامی که با اتکا به مکانیزم‌های الحاق پویا و به‌روزرسانی دوره‌ای مبتنی بر ارزیابی ریسک، مدل منسوخ بازنگری‌های طولانی‌مدت را به کناری می‌نهد. احیای مشروعیت و کارآمدی IMO در گرو این دگر‌دیی است، دگر‌دییی‌ای که این نهاد کلیدی را برای ایفای نقشی پیشرو و اثرگذار در هدایت امن و پایدار صنعت دریانوردی در اعصار پیش‌رو آماده خواهد ساخت.