مجله طب دریا
دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴
صفحات: ۶۷-۶۵
10.30491/7.2.65

نقش و اهمیت هوش مصنوعی در بهداری رزم دریایی و ماموریت‌های درازمدت دریانوردی نظامی

The Role and Significance of Artificial Intelligence in Naval Medicine and Long-Duration Military Maritime Missions

محمد نوبخت [1] *
Mohammad Nobakht [1] *

[1] مرکز تحقیقات طب دریا، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران
[1] Marine Medicine Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

سرمقاله

امروزه، انقلاب صنعتی چهارم با محوریت هوش مصنوعی (AI) در حال بازتعریف صنایع مختلف، از تولید و مالی گرفته تا سلامت و دفاع است. بهداری رزمی، به عنوان خط مقدم ارائه خدمات پزشکی در محیطهای عملیاتی پرتنش، پرخطر و اغلب دور از دسترس، یکی از حوزه‌هایی است که پتانسیل تحول‌آفرین هوش مصنوعی در آن چشمگیر است. این فناوری نویدبخش، با قابلیت‌های منحصر به فرد خود در تحلیل داده‌های حجیم، یادگیری مستمر، و اتخاذ تصمیمات سریع و دقیق، قادر است کارایی، سرعت، و دقت در ارائه خدمات پزشکی در میدان نبرد را به طور چشمگیری ارتقا بخشد و در نهایت، منجر به نجات جان‌های بیشتر و بهبود نتایج درمانی شود (۱).

چالش‌های ذاتی مأموریت‌های دریایی و ضرورت راهکارهای نوین

ناوگان‌های نظامی در عصر حاضر، اغلب مجبور به انجام مأموریت‌های بسیار طولانی‌مدت در پهنه‌های وسیع اقیانوسی، دور از دسترس خدمات درمانی استاندارد زمینی هستند. این شرایط، طیف وسیعی از چالش‌ها را برای تیم‌های بهداری رزمی ایجاد می‌کند (۲):

- **فواصل دور از مراکز درمانی:** رسیدن به نزدیک‌ترین بیمارستان یا مرکز درمانی مجهز، ممکن است ساعت‌ها یا حتی روزها طول بکشد. در شرایط اورژانسی، این تأخیر می‌تواند حیاتی باشد.
- **محدودیت امکانات و تجهیزات:** فضای محدود در شناورهای نظامی، امکان حمل تجهیزات پزشکی فوق تخصصی و پیشرفته را محدود می‌کند.
- **کمبود نیروی انسانی متخصص:** جذب و حفظ پزشکان و کادر درمانی متخصص در نیروی دریایی، به دلیل شرایط کاری خاص و انزوای شغلی، با دشواری‌هایی همراه است.
- **تنوع و شدت آسیب‌پذیری‌ها:** پرسنل نظامی در دریا، علاوه بر بیماری‌های رایج، در معرض خطرات خاصی مانند بیماری‌های ناشی از فشار، آسیب‌های ناشی از کار با تجهیزات سنگین، حوادث دریایی، مواجهه با عوامل محیطی نامساعد (سرما، گرما، رطوبت بالا) و همچنین تنش‌های روانی ناشی از انزوا و فشارهای مأموریتی قرار دارند.
- **نیاز به حفظ آمادگی عملیاتی:** هرگونه کاهش در توان عملیاتی پرسنل به دلیل مشکلات پزشکی، مستقیماً بر موفقیت مأموریت تأثیر می‌گذارد.

در چنین محیطی، ابزارهای سنتی بهداری رزمی، با وجود اهمیت خود، به تنهایی قادر به پاسخگویی به تمامی نیازها نیستند. اینجاست که هوش مصنوعی، با قابلیت‌های پردازش داده، یادگیری ماشینی، و توانایی ارائه راهکارهای هوشمند، وارد عرصه شده و پتانسیل ایجاد تحولی بنیادین را دارد (۳).

نقش هوش مصنوعی در تشخیص و درمان: دقت، سرعت و دسترسی

یکی از برجسته‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در بهداری رزمی دریایی، توانایی آن در تسهیل و ارتقاء فرایندهای تشخیص و درمان است. در محیطی که دسترسی به پزشکان متخصص محدود است، AI می‌تواند به عنوان یک «پزشک کمکی» یا «مشاور بالینی» عمل کند (۴).

تشخیص زودهنگام و پیش‌بینی بیماری‌ها

- **تحلیل داده‌های سلامت زیستی (Biometric Data Analysis):** سیستم‌های مبتنی بر AI می‌توانند حجم عظیمی از داده‌های حیاتی پرسنل را که از حسگرهای پوشیدنی (مانند ساعت‌های هوشمند، پچ‌های پوستی) یا دستگاه‌های پزشکی مستقر در شناور جمع‌آوری می‌شود، به طور مستمر تحلیل کنند. این داده‌ها شامل ضربان قلب، فشار خون، اشباع اکسیژن خون، دمای بدن، نرخ تنفس، الگوی خواب، و حتی داده‌های بیوشیمیایی (در صورت وجود تجهیزات)
- **شناسایی سندروم‌ها (الگوهای غیرعادی):** الگوریتم‌های

*نویسنده مسئول: **محمد نوبخت**. پست الکترونیک: marinemedicine@gmail.com
مرکز تحقیقات طب دریا، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران

یادگیری عمیق (Deep Learning) قادرند الگوهای غیرعادی را که ممکن است توسط چشم غیرمسلح یا حتی پزشک انسانی به راحتی تشخیص داده نشوند، شناسایی کنند. این الگوها می‌توانند نشان‌دهنده شروع یک بیماری، یک عفونت در حال گسترش، یا یک وضعیت استرس فیزیولوژیکی باشند.

- **پیش‌بینی ریسک:** با شناسایی زودهنگام این الگوها، AI می‌تواند ریسک ابتلای یک فرد به بیماری‌های خاص (مانند بیماری‌های قلبی-عروقی، مشکلات تنفسی، یا حتی برخی اختلالات روانی) را پیش‌بینی کند. این قابلیت، امکان مداخله زودهنگام و اتخاذ اقدامات پیشگیرانه را فراهم می‌آورد، که در محیط دریایی، تأثیر بسزایی در جلوگیری از وخامت حال بیمار و کاهش هزینه‌های درمانی دارد.
- **تشخیص تصویری (Medical Imaging Diagnosis):** در صورت وجود تجهیزات تصویربرداری (مانند دستگاه‌های سونوگرافی قابل حمل یا اشعه ایکس)، AIمی‌تواند در تحلیل تصاویر پزشکی کمک کند. الگوریتم‌های یادگیری ماشینی آموزش‌دیده بر روی هزاران تصویر پزشکی، می‌توانند به سرعت ناهنجاری‌ها را در عکس‌های رادیولوژی، اسکن‌های اولتراسوند، یا تصاویر پوستی شناسایی کرده و به پزشک یا کادر بهداری در تشخیص دقیق‌تر کمک کنند.

کمک به تصمیم‌گیری‌های درمانی

- **ارائه پروتکل‌های درمانی استاندارد:** بر اساس تشخیص صورت گرفته و با توجه به علائم بیمار، AI می‌تواند پروتکل‌های درمانی استاندارد و مبتنی بر شواهد را به کادر بهداری ارائه دهد. این امر، به ویژه در مواردی که پزشک متخصص حضور ندارد، اطمینان حاصل می‌کند که درمان‌ها مطابق با بهترین شیوه‌های پزشکی انجام می‌شوند.
- **پشتیبانی از تصمیم‌گیری برای پزشکان:** حتی در حضور پزشک، AI می‌تواند به عنوان یک "مشاور دوم" عمل کند. با ارائه اطلاعات جامع در مورد وضعیت بیمار، گزینه‌های درمانی موجود، عوارض احتمالی، و آخرین یافته‌های علمی مرتبط، AI به پزشک در اتخاذ بهترین تصمیم بالینی کمک می‌کند.
- **جراحی‌های از راه دور (Tele-surgery) و رباتیک:** در آینده، AI می‌تواند در هدایت ربات‌های جراحی برای انجام عملیات‌های پیچیده یا نیمه‌پیچیده از راه دور، نقش کلیدی ایفا کند. یک جراح متخصص در خشکی، می‌تواند با هدایت یک سیستم رباتیک که توسط AI پشتیبانی می‌شود، بر روی یک بیمار در شناوری دوردست جراحی انجام دهد. این امر، محدودیت دسترسی به جراحان فوق تخصص در دریا را به طور چشمگیری برطرف خواهد کرد.
- **شخصی‌سازی درمان:** AI با تحلیل جامع داده‌های بیمار (تاریخچه پزشکی، ژنتیک، وضعیت فعلی)، قادر به پیشنهاد درمان‌های شخصی‌سازی شده خواهد بود که اثربخشی بیشتری داشته و عوارض جانبی کمتری دارند.

نظارت مستمر بر سلامت: اطمینان از آمادگی در هر لحظه

یکی از مهمترین ابعاد حضور در مأموریت‌های طولانی‌مدت، نیاز به پایش مداوم و دقیق وضعیت سلامتی تمامی پرسنل است. AI در این زمینه نیز قابلیت‌های منحصر به فردی ارائه می‌دهد:

- **حسگرهای پوشیدنی و اینترنت اشیاء پزشکی (IoMT):** با گسترش استفاده از حسگرهای پوشیدنی که اطلاعات حیاتی را به طور مداوم جمع‌آوری می‌کنند، AIمی‌تواند این جریان پیوسته داده را پردازش و تحلیل کند. این حسگرها می‌توانند در لباس، مچبند، یا چسب‌های پوستی ادغام شوند.
- **پایش وضعیت سلامت در زمان واقعی (Real-time Health Monitoring):** AI به طور مداوم پارامترهای فیزیولوژیکی را رصد کرده و هرگونه انحراف از وضعیت طبیعی را فوراً شناسایی می‌کند. این شامل تغییرات نامحسوس در ضربان قلب که می‌تواند نشان‌دهنده استرس یا خستگی شدید باشد، تغییرات در الگوی تنفس که می‌تواند نشان‌دهنده مشکلات ریوی باشد، یا تغییرات در کیفیت خواب که بر عملکرد شناختی و توان رزمی تأثیر می‌گذارد.
- **هشدار زودهنگام و واکنش سریع:** در صورت شناسایی هرگونه وضعیت نگران‌کننده، سیستم AI می‌تواند به صورت خودکار به پرسنل مربوطه، کادر بهداری، و حتی فرماندهان هشدار دهد. این امکان، زمان واکنش را به حداقل رسانده و فرصت مداخله پیش از بروز حوادث جدی را فراهم می‌کند.
- **ارزیابی سطح استرس و خستگی:** مأموریت‌های نظامی، به ویژه در دریا، با سطوح بالای استرس و خستگی همراه هستند. AIمی‌تواند با تحلیل الگوهای فیزیولوژیکی و حتی رفتاری (مانند الگوهای حرکتی یا گفتاری)، به شناسایی پرسنلی که در معرض فرسودگی شغلی یا کاهش توانایی شناختی هستند، کمک کند. این اطلاعات برای مدیریت وظایف و استراحت پرسنل بسیار حیاتی است.
- **تشخیص زودهنگام همه‌گیری‌ها و بیماری‌های عفونی:** در دوران همه‌گیری‌ها، AI می‌تواند با پایش علائم خفیف و اولیه، به شناسایی و جداسازی سریع افراد آلوده کمک کند و از شیوع بیماری در محیط بسته شناور جلوگیری نماید.

مدیریت منابع و لجستیک پزشکی: بهینه‌سازی در شرایط بحران

مدیریت کارآمد منابع، به ویژه در محیط‌های دورافتاده و محروم، از اصول اساسی موفقیت مأموریت است. AI می‌تواند در بهینه‌سازی لجستیک پزشکی نقشی حیاتی ایفا کند:

- **مدیریت موجودی هوشمند (Smart Inventory Management)**
- **پیش‌بینی نیازها:** AI با تحلیل داده‌های مربوط به تعداد پرسنل، مدت زمان باقیمانده مأموریت، میانگین مصرف داروها

و تجهیزات در طول مأموریت‌های مشابه، شرایط محیطی (مانند شیوع بیماری در منطقه عملیات)، و تاریخ انقضای اقلام، قادر به پیش‌بینی دقیق نیازهای آینده پزشکی است.

- **بهینه‌سازی سفارش‌گذاری:** این پیش‌بینی‌ها به فرماندهان و مسئولین لجستیک کمک می‌کند تا به طور مؤثرتری داروها و تجهیزات را سفارش دهند، از کمبود اقلام ضروری جلوگیری کرده و از انباشت بیش از حد و فاسد شدن اقلام جلوگیری شود.
- **کاهش هدررفت:** با برنامه‌ریزی دقیق‌تر، هدررفت ناشی از انقضا، آسیب‌دیدگی، یا سفارش‌گذاری اشتباه به حداقل می‌رسد.

- **برنامه‌ریزی برای تخلیه پزشکی (Medical Evacuation Planning)**

- **بهترین مسیر و زمان:** در موارد اورژانسی که نیاز به تخلیه پزشکی دارد، AI می‌تواند با درنظر گرفتن عوامل متعددی مانند موقعیت فعلی شناور، آب و هوای مسیر، فاصله تا نزدیک‌ترین پایگاه یا بیمارستان، در دسترس بودن وسایل نقلیه هوایی یا دریایی، و وضعیت بیمار، بهترین و سریع‌ترین مسیر و زمان ممکن برای انتقال بیمار را پیشنهاد دهد.
- **هماهنگی منابع AI:** می‌تواند در هماهنگی بین شناور مبدأ، شناور یا هواپیمای در حال انتقال، و مرکز درمانی مقصد، نقش بسزایی ایفا کند.

- **مدیریت پایگاه پزشکی شناور:** AI می‌تواند به بهینه‌سازی چیدمان و استفاده از فضای موجود در درمانگاه‌های شناور، مدیریت تخصیص تخت‌ها، و اولویت‌بندی بیماران در شرایط بحران کمک کند.

آموزش و شبیه‌سازی: آمادگی برای سناریوهای ناشناخته

آمادگی پرسنل، کلید مواجهه موفق با هرگونه حادثه یا وضعیت اضطراری است. هوش مصنوعی ابزارهای نوینی را برای ارتقاء سطح آموزش فراهم می‌آورد:

- **شبیه‌سازهای پزشکی مبتنی بر AI**
- **واقع‌گرایی بالا:** سیستم‌های شبیه‌سازی که توسط AI هدایت می‌شوند، می‌توانند سناریوهای پزشکی بسیار واقعی و متنوعی را شبیه‌سازی کنند. این شامل شبیه‌سازی علائم بیماری، واکنش‌های فیزیولوژیکی بیمار به درمان، و عوارض جانبی احتمالی داروها.
- **تمرین در محیط‌های شبیه‌سازی شده:** پرسنل بهداری و حتی پرسنل غیرپزشکی (مانند کمک‌های اولیه) می‌توانند در محیطی امن و بدون ریسک، تمرینات خود را بر روی بیماران مجازی با حالات مختلف انجام دهند. این تمرینات شامل احیای قلبی-ریوی (CPR)، پانسمان زخم‌ها، تزریق داروها، و مدیریت تروما می‌شود.
- **بازخورد و ارزیابی دقیق:** AI می‌تواند عملکرد افراد را در طول شبیه‌سازی ثبت و تحلیل کرده و بازخورد دقیق و سازنده‌ای در مورد نقاط قوت و ضعف آن‌ها ارائه دهد. این ارزیابی مستمر به پرسنل کمک می‌کند تا مهارت‌های خود را به طور پیوسته بهبود بخشند.

- **دستیارهای آموزشی هوشمند:** AI می‌تواند به عنوان یک دستیار آموزشی تعاملی برای یادگیری مفاهیم پزشکی، داروشناسی، و پروتکل‌های درمانی عمل کند. این دستیارها می‌توانند به سوالات دانشجویان پاسخ داده و منابع آموزشی مرتبط را پیشنهاد دهند.
- **آموزش مداوم و به‌روزرسانی دانش:** با توجه به پیشرفت سریع دانش پزشکی، AI می‌تواند با شناسایی آخرین مقالات و دستورالعمل‌های پزشکی، محتوای آموزشی را به طور مداوم به‌روزرسانی کرده و در اختیار کادر درمانی قرار دهد.

آینده بهداری رزمی دریایی با هوش مصنوعی

هوش مصنوعی، فراتر از یک ابزار کمکی، پتانسیل ایجاد تحولی بنیادین در بهداری رزمی دریایی و تضمین موفقیت مأموریت‌های درازمدت دریانوردی نظامی را داراست. قابلیت‌های بی‌نظیر AI در تشخیص زودهنگام و دقیق بیماری‌ها، ارائه راهنمایی‌های درمانی هوشمند، پایش مستمر و فعال سلامت پرسنل، بهینه‌سازی لجستیک پزشکی در شرایط محدود، و ارتقاء سطح آموزش از طریق شبیه‌سازی‌های واقع‌گرایانه، همگی به ارتقاء چشمگیر سلامت، ایمنی و آمادگی رزمی نیروهای نظامی دریایی منجر خواهند شد (۵).

سرمایه‌گذاری در تحقیق، توسعه، و پیاده‌سازی فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در حوزه بهداری رزمی دریایی، یک ضرورت راهبردی است. لازم است تا سیاست‌گذاران، فرماندهان ارشد نظامی، و متخصصان حوزه بهداشت و درمان، با درک عمیق از پتانسیل‌های این فناوری نوظهور، راه را برای ادغام هرچه بیشتر آن در سیستم بهداری رزمی دریایی هموار سازند. این امر نه تنها به حفظ جان و سلامت سربازان و دریانوردان ما کمک خواهد کرد، بلکه توانمندی عملیاتی و پایداری نیروهای مسلح را در مواجهه با چالش‌های پیچیده آینده، تضمین خواهد کرد.

منابع

1. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. Nat Med. 2019;25:44-56.
2. Carley KM. AI applications in military medicine: challenges and opportunities. Mil Med. 2021;186(1-2).
3. Romano A, Campanella M. Artificial Intelligence in Combat Casualty Care. Front Artif Intell. 2022.
4. US Army Medical Research and Development Command (USAMRDC). Artificial Intelligence in Military Health Systems – White Paper. 2023.
5. Liu Y, Chen P. AI-driven battlefield healthcare: diagnosing and triage in near real-time. IEEE Access. 2020.