

СИМБІОЗ МЕДИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: ІМПУЛЬС НОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ В ОНКОЛОГІЇ

Генеральна асамблея Європейських інститутів раку (Organisation of European Cancer Institutes — OECI) (15–17 червня 2022, Валенсія), в рамках якої відбулася наукова конференція «Штучний інтелект як інструмент сучасного і майбутнього в онкології», чітко визначила вектор інтересів онкологічної галузі на прийдешні роки. Яскравий спалах інтересу до штучного інтелекту за межами наукових колективів кібернетичних досліджень та інженерно-конструкторських лабораторій відбувся на тлі численних наукових та науково-популярних публікацій, ряду світових бестселерів і фантастичних фільмів.

Моє захоплення перспективами можливостей штучного інтелекту сформувалося після вивчення і аналізу ряду наукових публікацій та нещодавно прочитаного бестселера Кай-Фу Лі «Наддержави штучного інтелекту». Ознайомлення з можливостями штучного інтелекту дозволяє усвідомити, що сплеск інтересу до його застосування в медичній галузі зумовлений надією на появу «чарівної палички», яка здатна в еру інноваційних технологій забезпечити появу нових гуманістичних елементів для розвитку персоналізованої медицини.

Бажання створити віртуальний продукт для забезпечення фантастичних потреб медицини пронизує практично всю історію розвитку цивілізації. Ще у доісторичних міфах, казках і легендах спостерігалося бажання наділити створені предмети чи образи якостями розумних суб'єктів. Не минули цю тему у своїх класичних філософських трактатах і Аристотель, Р. Декарт та інші, які через своє бачення системи механічного сприйняття мислення описували функціональну діяльність людини. Автор і засновник сучасної кібернетики і науки управління Н. Вінер зазначав, що як біологічні, так і механічні системи управління націлені на реалізацію раціональної цілеспрямованої поведінки, яка, у свою чергу, забезпечує мінімізацію помилок через систему навчання і накопиченого досвіду.

Сьогодні безапеляційно можна стверджувати, що штучний інтелект після пройденого складного і звивистого шляху між фантастичним оптимізмом та надмірним скептицизмом став повсякденною складовою нашого життя. Його інтервенція в загальнолюдську свідомість відбулася швидко і непомітно. Останнім часом цей процес набрав революційного характеру і захопив майже всі сфери людської діяльності.

У суспільній свідомості сформувалося чітке уявлення, що інновації в галузі штучного інтелекту

здатні забезпечити сучасний ринок послуг новими творчими плодами. Стало зрозуміло, що продукти штучного інтелекту, які базуються на застосуванні інноваційних технологій, здатні змінити наше життя в найближчому майбутньому. Завдяки штучному інтелекту сьогодні можна розшифрувати структуру будь-якого протеїну людини та спрогнозувати його зміну у разі виникнення патологічного процесу.

Світові лідери в галузі інформаційних технологій ще на початку XXI ст. ініціювали створення ряду масштабних проєктів, спрямованих на вирішення ключових проблем сучасної медицини, у тому числі наявних і прогнозованих викликів в онкології.

Зародження симбіозу біологічних і кібернетичних наук, спрямованого на обробку інформації за допомогою імітаційних програм, стало одночасно сприйматися і як об'єкт для досліджень, і як суб'єкт процесу пізнання функціонування живого. Такі можливості дозволили людству одночасно обробляти великі обсяги структурованих і неструктурованих баз даних, генерувати значно більші обсяги наукової інформації, необхідної для екстраполяції окремих ознак та пошуку найближчого аналогу. Загалом цифрова обробка зображень в багатьох сферах людської діяльності стала одним з головних напрямків науково-технічного прогресу і застосовується з метою підвищення ефективності та надійності прийнятих рішень.

На старті цього процесу нам варто не лише навчитися ставити конкретне завдання, але і спробувати розібратися в асортименті параметрів та алгоритмах процесу, щоб запобігти вибору хибного вектора, який позбавить бажання рухатися вперед.

Поєднання можливостей інструментів штучного інтелекту із кількісною та якісною ідентифікацією молекулярних та структурно-функціональних особливостей клітинних компонентів може бути гарним прикладом успішного симбіозу в оптимізації діагностики захворювань та вибору лікування.

Проте і до сьогодні серед доказових методів медико-біологічних обстежень цитоморфологічні дослідження залишаються основою діагностики злоякісних новоутворень.

Вирішення проблеми підвищення якості дослідження морфологічних, гістологічних, імуногістохімічних препаратів може відбуватися через застосування методів комп'ютерної обробки даних під час проведення аналізу медичних зображень, так званих CAD-систем — «експертних систем» (computer aided diagnosis system — CAD), які допомагають спеці-

алістам в інтерпретації медичних зображень. Зокрема методи візуалізації в рентгенівській, ультразвуковій діагностиці, магнітно-резонансній томографії, що активно розвиваються з кінця 1970-х років, дають значний додатковий обсяг інформації, яку медичний працівник аналізує та всебічно оцінює за короткий час. З появою алгоритмів зображення цілого слайда та машинного навчання CAD також має великий потенціал застосування в цифровій патології для стандартно забарвлених препаратів. Системи CAD обробляють цифрові зображення цілого слайда та виділяють ділянки інтересу, щоб запропонувати отримані дані для підтримки прийнятого професіоналом рішення. Застосування математичних методів, комп'ютерної обробки даних під час проведення аналізу медичних зображень дозволяють вирішувати завдання точної морфологічної та гістологічної оцінки змін; автоматизація процесів морфологічних досліджень дозволяє суттєво підвищити ефективність роботи дослідників і досягти точніших результатів.

Сьогодні із застосуванням цифрового аналізу гістологічних і цитологічних зображень вирішуються надзвичайно різноманітні завдання в біологічній і медичній сферах. Незважаючи на наявні обмеження — складність отримання значної кількості ідентично якісних гістологічних препаратів, висока варіабельність більшості гістологічних структур — автоматизація процесу обробки мікрофото дозволяє об'єктивувати оцінку зображень, підвищити швидкість обробки інформації, точність виявлення змін при онкологічних захворюваннях, і тим самим розширити можливості патогістологічного дослідження при онкологічній патології.

За останні роки у численних експериментальних та клінічних дослідженнях показано, що труднощі діагностики, прогнозу та лікування хворих зі злоякісними новоутвореннями пов'язані з неоднозначними клінічними проявами пухлинного процесу та відмінностями морфо-генетичних характеристик пухлин, зумовлених етіопатогенетичним різноманіттям неоплазій.

Крім того, відомо, що інформативність біологічних об'єктів на медичних зображеннях, отриманих з використанням оптичної та електронної мікроскопії, страждає через низьку контрастність зображення клітин та клітинних структур, складність біологічної організації тканинних структур, наявність у полі зору різних груп клітин, артефактів і значну неоднорідність тканини як фону. До того ж, не останню роль відіграє технологічне оснащення лабораторій, забезпечення досліджень якісними реагентами та людський фактор — ефективність дослідження морфологічних, гістологічних, імуногістохімічних препаратів тощо значною мірою залежить від рівня професіоналізму, компетентності, досвіду медичного персоналу. Слід зазначити також, що процес підготовки гістологічних препаратів є трудомістким та характеризується у різних лабораторіях варіабельніс-

тю якості та типів протоколів, методик і реагентів, що може ускладнювати процес ідентифікації морфологічних характеристик і знижувати точність та якість дослідження.

Саме тому вдосконалення діагностики та прогнозу перебігу захворювання у пацієнтів зі злоякісними новоутвореннями лежить в площині використання сучасних інструментів біоінформатики із застосуванням комп'ютерної автоматизації аналізу зображень, що є надзвичайно актуальним підходом, що динамічно прогресує. Різноманітні види кластерного аналізу, алгоритми навчання та методи штучної нейронної мережі, інші методи математичного апарату як біоінформатичні інструменти є перспективними для виконання завдань аналізу цитологічних, гістологічних, імуногістохімічних, імуноцитологічних зображень у клінічній практиці.

Сьогодні фактично з'являються нові сучасні галузі дослідження, предметом яких є аналіз цитоморфологічних зображень (мікрофото), такі як цифрова патологія як середовище, орієнтоване на дослідження і аналіз гістологічних зображень, що включає обробку зображень, виведення даних (data mining) і візуалізацію баз даних, екстракцію, пошук, порівняння та управління біомедичним знанням усередині масиву колекції зображень. У сучасній клінічній практиці та науковій лабораторії цифрова патологія все більше стає технологічною вимогою сучасності. Поява зображень цілого слайда, наявність швидких мереж і рішень для дешевого зберігання спростили патологам керування медичними цифровими зображеннями і обмін ними для клінічного використання. Паралельно прогрес у машинному навчанні дозволяє поєднати штучний інтелект і цифрову патологію, що пропонує нові можливості для точної діагностики на основі молекулярних та ультраструктурних цитологічних зображень.

Що стосується алгоритмів розпізнавання образів, то навчена на відомих описаних прикладах модель може використовуватися для класифікації нового невидимого зображення. Алгоритми машинного навчання, що застосовуються до автоматизованої класифікації зображень, також вимагають репрезентативної вибірки наборів зображень. Через високу візуальну мінливість гістопатологічних зображень зазвичай метод машинного навчання потребує великої кількості зображень від різних пацієнтів, щоб зробити успішні узагальнення.

На жаль, штучний інтелект, розпізнавши всі ключові об'єкти на фото, не може зв'язати їх правильним логічним мисленням (образом). Завданням сьогодні є необхідність об'єднання різних «агентів» нейронної мережі в єдиний архітектурний комплекс, який би досягав рівня, образу і функціоналу в уяві людського інтелекту. Створення модульної архітектури для оптимізації функціонування нейронної мережі є перспективним завданням для біологів і програмістів як єдиної дослідницької команди.

Технологічні успіхи таких команд дозволять штучному інтелекту вийти за межі дослідницьких лабораторій та забезпечити підвищення якості діагностики і терапії. Однак на шляху трансферу технології необхідно провести ретельні лабораторно-клінічні випробування, щоб убезпечити потенційних користувачів від хибних або недостатньо верифікованих результатів. Органо-тканинне та внутрішньоклітинне структурно-молекулярне різноманіття вимагає ретельного збору даних для навчання ефективного і надійного алгоритму.

Варто проводити глибокий аналіз виявлених помилок та їх відмінностей в частоті і значущості. При цьому не варто забувати, що біологічна система не є константою, а характеризується дуже динамічними та патолого-турбулентними процесами. І саме тут варто пам'ятати про популярний вислів, що диявол криється в деталях.

Тому поверхневий аналіз помилок може стрімко змінювати баланс шансів між життям і смертю.

Саме така небезпека змушує команду фахівців вчасно визначати межі застосування штучного інтелекту, індикатори і запобіжники, які б змогли сигналізувати про обмеження його можливостей. Алгоритми штучного інтелекту дають високу надійність лише за умов чіткої верифікації кількісних і якісних показників патологічного стану, а за можливості дозволяють з'ясувати і їх місце в ієрархії та архітектурі розвитку злоякісного процесу.

Глибокі фундаментальні дослідження, аналіз успіхів і наявних проблем із впровадженням окремих продуктів штучного інтелекту зобов'язує нас бути обережними, щоб однобока риторика в рожевих окулярах навколо словосполучення «гонитва у сфері штучного інтелекту», не зруйнувала або вчергове не загальмувала суспільні процеси, наближені до еволюційної теорії Ч. Дарвіна. Ми повинні спри-

яти науково-технічному симбіозу між представниками природничих, кібернетичних, інженерно-технічних галузей без надлишкових домінантних амбіцій з дотриманням правових норм та етичних стандартів. Зближення ідей та мети щодо швидкого симбіозу сучасних медичних технологій та штучного інтелекту в інтересах суспільних цінностей, звичайно, вимагає нових підходів і експериментів на ділянці визначеної дороги.

Саме тому фахівці різних галузей не мають залишатися пасивними спостерігачами. Ми повинні шукати і знаходити нішу, яка дозволить нашим уявленням про майбутнє штучного інтелекту забезпечити вирішення глобальних проблем канцеро- та антиканцерогенезу. Ми маємо зробити все, щоб знизити ризики стрімкого поширення онкопатології, а у разі прояву злоякісних процесів запропонувати засоби профілактики, оптимізації персоналізованої діагностики, моніторингу перебігу хвороби та ефективності терапії, спрямованої на продовження тривалості та якості життя пацієнта.

Епілогом до редакційної колонки буде доречна цитата Стіва Джобса зі знаменитої промови на стадіоні 12 червня 2005 р. перед студентами Стенфордського університету: «Ви не можете з'єднати точки, дивлячись уперед. Ви можете з'єднати їх, лише озирнувшись у минуле. Треба просто вірити, що точки якимось чином з'єднаються в майбутньому».

Попутного вітру тому, хто рухається...

На цьому шляху штучний інтелект як режисер та модератор допоможе поєднати переплетіння сподівань хворих та шаленого успіху фахівців, застереже від прикрих помилок в ареалі задоволення потреб і можливостей сучасної людини.

*Головний редактор журналу «Онкологія»
академік НАН України В.Ф. Чехун*