

می خواهیم مولکول ها به سازم برقصند

گفت و گو با اریک وینفري

ترجمه: محمدرضا خوش بین خوش نظر

کلیدواژه‌ها: فناوری DNA، علوم محاسباتی، سیستم‌های زیستی، مدل‌های محاسباتی.

یادداشت مترجم

اریک وینفري^۱ متولد ۲۶ سپتامبر ۱۹۶۹ است و او را در یک کلام می‌توان یک مهندس زیستی تمام‌عیار پنداشت. کسی که در عین آن که مهندس ارشد رایانه است، زیست‌شناس برجسته‌ای نیز محسوب می‌شود. او هم‌اکنون یکی از سردمداران تحقیقات در زمینه DNA محاسباتی و علم نوپای نانوفناوری مبتنی بر DNA است. کار وینفري در زمینه ساختن شبکه‌های دوبعدی DNAیی او را به اخذ جایزه ارزشمند **فاینمن** در نانوفناوری رهنمون ساخت. او همچنین یکی از برندگان جایزه پژوهانه بسیار مشهور **مک آرتور** بوده است که هر ساله به پژوهش‌های برجسته در زمینه‌های متنوع علوم از جمله زیست‌شناسی اعطا می‌شود. جایزه‌ای که پیش از آن، پدر زیست‌شناسی نیز در دهه ۸۰ مفتخر به اخذ آن شده بود. وینفري فارغ‌التحصیل کارشناسی علوم رایانه از دانشگاه شیکاگو و دکتری علوم اعصاب محاسباتی از انستیتوی فناوری کالیفرنیا (کَل‌تک) است و هم‌کنون نیز استاد همین دانشگاه است. اخیراً از او کتابی تحت عنوان «زیست‌پردازش‌های الگوریتمی^۲» توسط انتشارات اشپرینگر به چاپ رسیده است. آرزوی او فرا رسیدن روزی است که اصطلاحاً مولکول‌ها به ساز او برقصند!

این گفت‌وگو، سوای اهمیت موارد علمی مطرح شده در آن، خالی از جنبه‌های آموزشی نیز نیست، به خصوص در آنجا که به آزادی انتخاب پایان‌نامه‌های دانشجویان دوره‌های تحصیلات تکمیلی اشاره می‌کند. اشاره‌ای که مرا به یاد خاطره‌ای از دوران دانشجویی خود انداخت، وقتی که به مسئولان دانشکده محل تحصیل خود گفتم که می‌خواهم پایان‌نامه‌ام در زمینه مورد علاقه خودم باشد و وقتی همه با چشم‌های از حدقه درآمده به من خیره شدند، یکی از میانشان با عتاب رو به من گفت: «فکر کردی اینجا کَل‌تک است؟!» من منظور او را در این مصاحبه بیشتر درک کردم. گفت‌وگویی که ترجمه آن در پی می‌آید، ترجمه مصاحبه‌ای است که **استفان کاس** نویسنده مشهور در زمینه فناوری با اریک وینفري به انجام رسانده است.

● شما روی محاسبات زیست‌مولکولی کار می‌کنید. این دقیقاً به چه معناست؟

– این برای هر کسی معنی خودش را می‌دهد. برای من، به معنی درک آن است که سیستم‌های شیمیایی چگونه می‌توانند اطلاعات را پردازش کنند و برای انجام وظایف مختلفی طراحی شوند. یک روش از طریق مانستگي با رایانه است: ما می‌توانیم رایانه‌ها را برای انجام انواع و اقسام وظایف اطلاعاتی طراحی کنیم و این خصوصاً هنگامی که کارمان می‌آید که بتوانیم رایانه‌ها را برای کنترل سیستم‌های الکترومکانیکی به کار گیریم. مثلاً شما می‌توانید اطلاعات ورودی را از یک دوربین ویدئویی کسب کنید. بعد می‌توانید خروجی را به یک موتور بفرستید.

هدف محاسبات زیست‌مولکولی به انجام رسانیدن کنترل‌های مشابهی برای سیستم‌های شیمیایی در مقیاس‌های مولکولی است: این که چطور می‌توان مجموعه‌ای از مولکول‌ها را برای انجام وظایف مشخصی برنامه‌ریزی کرد.

● شما چطور به این زمینه تحقیقاتی نسبتاً نامتعارف کشیده شدید؟

– من به ارتباط بین زیست‌شناسی و علوم محاسباتی پیش از دوره دبیرستان، در اوایل دهه ۸۰، علاقه‌مند شده بودم. آن موقع داشتم تازه برنامه‌نویسی یک رایانه Apple II را می‌آموختم، و در همان زمان

مشغول خواندن کتاب‌هایی نظیر ژن خودپسند^۵ نیز بودم. این چیزها در ذهن من ادغام می‌شد و می‌جوشید. من به نحوه کار سیستم‌های زیستی - مشاهده آنچه بر مبنای اصول و قواعد تکامل صورت می‌پذیرد - علاقه‌مند شده بودم و جلب پیچیدگی‌های سیستم‌های زیستی، به‌خصوص پیچیدگی‌های دستگاه عصبی شده بودم: این که مغز چگونه کار می‌کند و در عین حال شور و حالی برای نوشتن الگوریتم‌ها در من نضج می‌گرفت. من

در دوره کارشناسی، ریاضیات و علوم رایانه نظری را در دانشگاه شیکاگو خواندم. سپس برای دوره تحصیلات تکمیلی راهی انستیتو فناوری کالیفرنیا (کل‌تک) شدم و در رشته

طراحی شبکه‌های عصبی برای روبات‌ها ادامه تحصیل دادم. بعد جلب کار **لئونارد آدلمن**^۶ (دانشمند علوم رایانه در دانشگاه کالیفرنیا جنوبی) درباره محاسبات DNA شدم و مقاله‌ای در آن زمینه نوشتم. کار آدلمن راهی کاملاً جدید درباره اندیشیدن در مورد ارتباط بین سیستم‌های مولکولی و محاسبات بود. صرفاً یک حوزه نظری نبود، بلکه زمینه‌ای بود که واقعاً می‌توانستیم اندیشه‌های خود در مورد الگوریتم‌های مولکولی را در آن پیروانیم و آن‌ها را در آزمایشگاه به محک آزمون بگذاریم.

● شما اولین نفر از خانواده‌تان نیستید که جایزه پژوهانه مک آرتور را می‌گیرید - پدر شما، آرتور وینفری نیز در سال ۱۹۸۴ برای کار روی کاربرد ریاضیات در زیست‌شناسی به همین جایزه دست یافت.

چقدر اندیشه‌های او روی شما تأثیر گذاشت؟

- وقتی من بچه بودم او برایم یک برنده جایزه مک‌آرتور نبود؛ بلکه او صرفاً یک پدر

بود که شاید کمی عجیب‌غریب هم به‌نظر می‌رسید. او عاشق پرورش نگرش علمی در ذهن بچه‌هایش بود. این خوی و باور در من عجین شده است که هرگز چیزی را قطعی ندانم، زیرا او همواره می‌کوشید ما را غافلگیر کند و کاری کند که ما برای خودمان بیندیشیم. بسیاری از دوستان او که در کودکی ملاقات می‌کردم، بعداً خودشان برنده این جایزه شدند و بنابراین من با این تفکر بزرگ شدم که راه بکر و بدیع آن‌ها در نحوه اندیشیدن و زیستن، منطقی بوده است.

● این گروه برندگان جایزه مک‌آرتور در سرتاسر زندگی شما وجود داشته‌اند، این طور نیست؟

- برخی برحسب اتفاق بوده است، و برخی خیر. من با استفان ولفرام^۷ (ریاضیدان مستقل که بسته نرم‌افزاری مشهور ماتماتیکا^۸ را ابداع کرد) یک سال پس از این که او را در کنفرانس برندگان جایزه مک‌آرتور همراه با پدرم دیدم، کار کردم. بنابراین، این امری اتفاقی نبود. ولی بعداً، آشنایی من با استاد

راهنمای دکترایم **جان هافیلند**^۹ که یکی از برندگان جایزه مک‌آرتور بود، کاملاً اتفاقی بود. اگر اشتباه نکنم به‌خاطر آن بود که داشتم دنبال شخصی به‌عنوان استاد راهنمای خود

می‌گشتم که واقعاً از لحاظ علمی موّجه و محترم باشد. بعداً کسان دیگری هم بودند که برحسب اتفاق سر راهم سبز شدند. من مدتی را هم در دانشگاه پرینستون گذراندم و با **مایکل لوبیتز**^{۱۰} حشر و نشر داشتم، کسی که به من چیزهایی راجع به استفاده از میکروسکوپ آموخت؛ او برنده جایزه مک‌آرتور سال ۲۰۰۷ شد و **پاول روتماند**^{۱۱} که دانشجوی پسادکتری در آزمایشگاه من است. او نیز برنده این جایزه شده است.

● آیا به یک مفهوم، «فارغ از قید و بند بودن» می‌تواند روشی را که شما در آزمایشگاه خود پیش گرفته‌اید، باز کنید؟

- من در پی آن هستم که روش‌های بسیار مستقل را در آزمایشگاه خود تشویق و پشتیبانی کنم، شاید به این دلیل که می‌دانم موفقیت من عمدتاً مرهون

استاد راهنمایم بوده است که به من آزادی فراوانی می‌بخشید. در واقع تکیه کلام او آن بود که من به تو طناب کافی برای آویختن خود می‌دهم.

به گمان من ما باید به دوران فلاسفه یونان باستان بازگردیم و این که آن‌ها چگونه با هم مواجه می‌شدند و به مباحثه می‌پرداختند، و چگونه اندیشه‌هایشان را روی یک میز می‌گذاشتند، در حالی که هر کدام اندیشه‌ها و طرز فکرهای خود را داشتند. بنابراین، وقتی دانشجویی به آزمایشگاه من می‌پیوندد مشتاقم به او بگویم: «بسیار خوب، یک پروژه تعریف کن و هفته بعد به من بگو چه می‌خواهی انجام بدهی.» برخی اوقات این کاری عذاب‌آور برای آن‌هاست. این برای آن‌ها نه یک هفته،

شما می‌توانید اطلاعات ورودی را از یک دور بین ویدئویی کسب کنید. بعد می‌توانید خروجی را به یک موتور بفرستید. هدف محاسبات زیست‌مولکولی به انجام رسانیدن کنترل‌های مشابهی برای سیستم‌های شیمیایی در مقیاس‌های مولکولی است: این که چطور می‌توان مجموعه‌ای از مولکول‌ها را برای انجام وظایف مشخصی برنامه‌ریزی کرد

من در پی آن هستم که روش‌های بسیار مستقل را در آزمایشگاه خود تشویق و پشتیبانی کنم، شاید به این دلیل که می‌دانم موفقیت من عمدتاً مرهون استاد راهنمایم بوده است که به من آزادی فراوانی می‌بخشید

بلکه یک ماه یا یک سال یا دو سال طول می کشد تا دریابند واقعاً به چیزی علاقه دارند. گرچه ممکن است فرایندی عذاب آور باشد، ولی من بر این گمانم که بسیار بهتر از آن است که به آن‌ها گفته شود کارهای مشخصی را انجام دهند و آن‌ها را وارد مباحثی کرد که واقعاً نمی دانند دوست دارند یا خیر.

● سیستم‌های زیستی واقعی به منظور مصارف متعددی از پروتئین‌ها استفاده می کنند، اما شما در آزمایشگاه خود را روی استفاده از DNA تمرکز کرده‌اید. چرا؟

– پروتئین‌ها نسبت به DNA بسیار پیچیده ترند. رفتار DNA بیشتر قابل پیش بینی است، با وجود این که می تواند گستره وسیعی از کارها را انجام دهد. DNA تقریباً به یک بسته قطعات لگو برای ساختن چیزها در مقیاس نانو می ماند؛ جفت و جور کردن این قطعات به یکدیگر بسیار ساده تر از پروتئین هاست. به یک معنا، ما هیچ کار تازه‌ای انجام نمی دهیم. زیست شناسان فرضیه‌ای دارند که زمانی جهانی RNA بی وجود داشت. اگر به تاریخچه حیات روی زمین بنگرید، احتمالاً به زمانی می رسید که هنوز پروتئین‌ها سربرنیارده بودند. در آن هنگام RNA هم دستگاه ذخیره اطلاعات و هم جزء فعالی بود که بیشتر کارهای داخل سلول را انجام می داد. این دیدگاه حاکی از آن است که ما می توانیم انبوهی از کارها را با نوکلئیک اسیدها انجام دهیم، حالا چه RNA باشند و چه DNA.

● بسیار خوب، شما چه کارهایی را می توانید با مهندسی DNA انجام دهید؟

– خیلی جالب است. ما انواع مختلفی از سیستم‌های مولکولی را به عنوان مدل‌های محاسباتی در نظر می گیریم. یک مدل محاسباتی برای یک دانشمند علوم رایانه، مجموعه‌ای از اجزای کارکردی ابتدایی و راه‌های کنار هم قرار دادن آن‌ها برای رسیدن به رفتاری در حد رفتار سیستم است.

مثلاً مهندسان مدارهای دیجیتال، درپچه‌های منطقی ساده‌ای چون AND و OR به عنوان اجزای کارکردی ابتدایی

دارند. شما می توانید برای حصول کاردهایی پیچید، آن‌ها را در یک مدار کنار هم قرار دهید. (مثلاً رایانه شخصی شما بر مبنای همین فرمان‌ها کار می کند.) انواع بسیار مختلفی از مدل‌های محاسباتی وجود دارند که در علوم رایانه مورد بررسی قرار می گیرند.

یکی از علایق اصلی من بررسی آن است که چه مدل‌های محاسباتی‌ای برای سیستم‌های مولکولی مناسب است. در ۴ سال گذشته ما توجه خود را معطوف به شبکه و واکنش‌های شیمیایی

کرده‌ایم، که در آن مجموعه‌ای از واکنش‌ها وجود دارد: مولکول A به اضافه مولکول B، مولکول C را می دهد، و مولکول X به اضافه مولکول C، مولکول A را تشکیل می دهد. مرسوم آن است که از زبان واکنش‌های شیمیایی برای توصیف چیزهایی که در طبیعت می بینیم، استفاده شود. ولی ما در پی آن هستیم که از آن‌ها به عنوان اجزای یک زبان برنامه نویسی، برای توصیف رفتارهایی استفاده کنیم که در تلاش برای رسیدن به آن‌ها هستیم. وقتی شما بتوانید اجزای یک مولکول را از یک مکان به مکانی دیگر جابه‌جا کنید، این شبیه یک الگوریتم ریاضی است که روی داده‌ها انجام می پذیرد. در جهان مولکولی، مثلاً در مولکول‌های DNA، ساختار داده‌ها واقعاً ساختاری فیزیکی دارد. بنابراین، تولید چیزی از DNA را می توان به عنوان تغییری در یک ساختار داده‌ها در نظر گرفت. مشکل، نوشتن برنامه‌ای در آن زبان و اجرای آن با مولکول‌های واقعی است – ما اجزایی از آن را به انجام رسانیده‌ایم و بسیار مشتاقیم که دریابیم تا کجا می توانیم به پیش رویم. ما همچنین در اندیشه آن هستیم که چگونه کنترل رفتار یک مولکول را در دست بگیریم، طوری که به یک شکل بسیار خاص تبدیل شود. پاؤل روتماند این تکنیک را توسعه داده است. (کار روتماند برای ساختن چهره‌های خندان میکروسکوپی، سرتیتر روزنامه‌های سال ۲۰۰۶ بود.) و بنابراین موتورهایی در مقیاس مولکولی می تواند وجود داشته باشد. همه این کارها به شکل ابتدایی، با استفاده از سیستم‌های DNA به انجام رسیده است.

● از دیدگاه نظری، این کارها افسون کننده به نظر می رسد، ولی در عمل کنترل مولکول‌ها به این طریق چه نتایجی در پی خواهد داشت؟

– چیزهای جالب فراوانی درباره درمان هوشمند وجود دارد، که محل تعامل علم شیمی با سیستم‌های زیستی برای درمان بیماری‌هاست. در این بین، دیدگاه مبتنی بر علوم رایانه می تواند نقش بازی کند. برای چنین کاری،

باید بین حس‌گرها، محرک‌ها و واحدهای پردازش اطلاعات تمایز قابل شوییم. در مقیاس میکروسکوپی، ما با این فکر که حس‌گرها و محرک‌ها باید با جهان

وقتی دانشجویی به آزمایشگاه من می پیوندد مشتاقم به او بگویم: «بسیار خوب، یک پروژه تعریف کن و هفته بعد به من بگو چه می خواهی انجام بدهی.» برخی اوقات این کاری عذاب آور برای آن‌هاست

واقعی در تعامل باشند آشناییم، اما واحد پردازش اطلاعات از جهان واقعی منزوی شده است. این واحد کاملاً متکی به عددها – صفرها و یک‌ها – است. برای آن، مفهوم صفر و یک‌ها مهم نیست؛ فقط آن‌ها را پردازش می کند. در درمان هوشمند باید تعداد فراوانی حس‌گر و محرک به گونه‌ای معنی دار در تماس با سیستم‌های زیستی باشند (مثلاً مولکول‌ها را مشاهده و به منظور درمان بیماری‌ها دستکاری کند) – این واقعاً دشوار است. ولی امید می رود که بالاخره روزی ما

قادر به ساختن یک واحد پردازش DNA می شویم که بتواند به این

حس گرها و محرکها

مرتبط شود و تصمیم

بگیرد چه سلول هایی

باید هدف قرار گیرند

و یا چه مواد شیمیایی

باید تولید شوند. این

قدری تخیلی به نظر

می رسد. من خود

را در ابتدای راهی

طولانی در تحقیقات زیست پزشکی می دانم.

شده است، نبوده است. بنابراین استفاده از DNA در این مسیر، کاملاً

منطبق بر یک سنت

دیرینه انسانی است.

این کار تنها به این

دلیل عجیب به نظر

می رسد که تمام حشر

و نشر ما با DNA

زیستی بوده است.

ما عادت داریم DNA را به عنوان یک مولکول زیستی بنیادی در نظر بگیریم و تصور این که از آن به روشی غیرزیستی استفاده شود برایمان دشوار است؛ اما در واقع سنتی دیرین در استفاده از اجزای زیستی برای مصارف غیرزیستی وجود دارد

● وقتی شما

DNA را به صورت شکلی از فناوری در نظر می گیرید، آیا این

در شیوه نگاه شما به انسان یا در حالت کلی به هستی، تغییری

ایجاد می کند؟

– یقیناً استفاده از DNA به این طریق می تواند نگاه ما به ماهیت

هستی را تغییر دهد. این موضوعی است که فلاسفه اغلب نگران آن

هستند، زیرا شما نمی توانید تعریف قانع کننده ای برای هستی بیابید.

زیست شناسان اغلب نگران این چیزها نیستند و صرفاً در پی آن اند که

کارشان را پیش ببرند. اما اگر شما روش کاهش گراها^{۱۶} را پیش بگیرید

– که بر مبنای آن پدیده ها را می توان بر حسب اجزایشان توضیح داد و

این که چگونه این اجزا با یکدیگر تعامل می کنند – هستی یک سازو کار

می شود و آن چه که شما در پی آن هستید مولکول هایی است که

می توانند هزاران کار جالب انجام دهند. این دقیقاً آن چیزی است که

ما در DNA یافتیم: DNA نوعی مولکول حاوی اطلاعات است که

بسیار خوب قابل برنامه ریزی است. ما می توانیم مولکول های DNA

را طوری طراحی کنیم که مثل دریچه مدارهای الکترونیکی، مثل

موتورها، و مثل کاتالیست ها عمل کنند. این یافته ها، دیدن چیزهای

زنده را به صورت نرم افزاری که به زبان شیمیایی برنامه ریزی شده است،

باورپذیرتر می کند.

● بزرگ ترین مانعی که شما در به جامعه عمل پوشاندن این

ایده های فریبنده مواجه هستید، کدام است؟

– من می خواهم به آن توانایی برسم که مولکول ها کاری را انجام دهند

که من از آن ها می خواهم، یعنی به ساز من برقصند! برای کسی که

تحصیلاتش در علوم رایانه نظری است، دشوار است که به عنوان یک

پژوهشگر تجربی، حرفه ای را در آزمایشگاه شروع کند. ما سیستم هایی

را بنا می کنیم و می آزمایشیم که به مراتب ساده تر از سیستم هایی است

که می توانیم روی کاغذ بررسی کنیم. روی کاغذ می توانیم زنجیره ای

طولانی از ۵۰۰۰ واکنش شیمیایی با DNA را به انجام برسانیم. ولی

بنا کردن عملی سیستمی که شامل سه یا چهار واکنش باشد حکایت

دیگری است – و با این وجود، این سیستم دقیقاً آن کاری را که

مورد نظر ماست انجام نمی دهد. در حد نظری، چیزهای بسیار جالبی

برای اندیشیدن درباره نحوه نوشتن برنامه ها وجود دارد، اما ما در حال

● نظر تان درباره استفاده از محاسبات زیست مولکولی در

ارتقای سطح تجهیزات یا ماشین آلات چیست. چطور چنین

امری ممکن است؟

– در اینجا هم به این فکر هستیم که جزئی از کار می تواند توسط DNA

– بخش قابل برنامه ریزی – صورت پذیرد و سپس شما به بخشی نیاز

دارید که در آن یک ماده زنده شیمیایی به DNA مرتبط شود؛ این

همان بخش محرک است. دسته کاملی از مواد شیمیایی برای اتصال

چیزهایی نظیر پروتئین ها، نانولوله های کربنی، یا نقطه های کوانتومی

(نقطه هایی فلزی به ابعاد ۵ تا ۱۰ نانومتر که ویژگی های نوری جالبی

دارند) به DNA در محل هایی مشخص، وجود دارد. این حاکی از آن

است که اگر شما چارچوبی^{۱۲} با استفاده از DNA بنا کنید، آن گاه از

طریق فرایندی شیمیایی می توانید به چیزی سودمند برسید. مثلاً یک

آرایش نانولوله کربنی متصل به DNA می تواند به یک مدار رسانای

الکتریکی تبدیل شود. برای ساختن چنین چارچوب DNA، شما

می توانید آن را از خود انباشتنی^{۱۳} «قطعه ها»^{۱۴} حاصل از طول های

کوتاه DNA به دست آورید. این قطعه ها طوری طراحی شده اند که

بر مبنای قواعدی به یکدیگر می چسبند. این، مبنای یک فرایند رشد

بلوری قابل برنامه ریزی است. شما می توانید آن را در برنامه شامل

بلور خوران^{۱۵} خود وارد کنید. (آن را در شوربای قطعات DNA و سایر

مواد خام دیگر وارد کنید). آن گاه بلور خوران شما به هر چیزی که شما

برای ایجاد آن برنامه ریزی کرده اید، رشد پیدا می کند.

از منظر فلسفی، این کاری به واقع هیجان انگیز است، زیرا یک

فرایند رشد کاملاً غیرزیستی است که دارای بسیاری از مشخصه هایی

است که ما معمولاً به پدیده های زیستی نسبت می دهیم. ما عادت

داریم DNA را به عنوان یک مولکول زیستی بنیادی در نظر بگیریم

و تصور این که از آن به روشی غیرزیستی استفاده شود برایمان دشوار

است؛ اما در واقع سنتی دیرین در استفاده از اجزای زیستی برای

مصارف غیرزیستی وجود دارد. مثلاً ما از یک میز تحریر چوبی استفاده

می کنیم، ولی در آفرینش درختان هیچ قصدی برای ساختن میزها،

کشتی ها، خانه ها یا هر چیز دیگری که در ساختن آن از چوب استفاده

حاضر خود را روی موارد اجرایی متمرکز کرده‌ایم و بیشتر وقت خود را صرف آن می‌کنیم. موارد زیادی سدّ راه ما هستند. مثلاً وقتی اجزای مولکولی را طراحی می‌کنیم، انواع و اقسام اختلالات رخ می‌دهند. اجزای DNA می‌تواند تصادفاً

با یکدیگر برخورد می‌کنند و برخی از واکنش‌هایی که نباید رخ دهند، صورت می‌پذیرند.

● چطور می‌خواهید از پس این مشکلات برآیید؟

– باید طراحی طوری باشد که بتواند با خطاها کنار بیاید. معلوم نیست چه از آب در خواهد آمد. یک دلیل برای توضیح این که چرا سیستم‌های زیستی مدام پروتئین‌ها را ایجاد و سپس نابود می‌کنند این است که همواره مولکول‌های تازه بیشتری در دسترس خواهد بود که این احتمالاً می‌تواند این مشکل را حل کند. مشکل دیگر این است که اگر ما اجزای مولکولی زیادی داشته باشیم، باید غلظت هر کدام نسبتاً کم باشد و در غلظت‌های پایین، فرایندها بسیار به‌کندی رخ می‌دهند.

● آیا راه‌هایی وجود دارد که بتوان سرعت محاسبات زیست‌مولکولی را به همان سرعت محاسبات رایانه‌ای مرسوم رساند؟

– ما در پی رقابت با رایانه‌های الکترونیکی نیستیم. ما داریم کارهای متفاوتی انجام می‌دهیم. به ساخت انواع جدیدی از وسایل و تجهیزاتی بیندیشید که به‌طرزی باورنکردنی پیچیده‌اند و دقیقاً به‌صورت یک مگس یا حشره ساخته شده‌اند. به اعتقاد من، برای ساختن چیزهایی نظیر این‌ها لازم است آن‌ها را رشد دهیم. منظورم در قیاس با رشد و نمو زیستی است. رشد و نموهای زیستی اغلب در مقیاس‌های زمانی ساعت یا روز رخ می‌دهند. باید اتفاقی درست رخ دهد و در زمانی مناسب بخش‌های مختلف یک ساختار رشد پیدا کنند.

● چقدر طول خواهد کشید تا شما واقعاً بتوانید سیستم‌های پیچیده و روش‌های درمانی مبتنی بر DNA مهندسی شده را طراحی کنید؟

– پارسال داشتم مقالات تأثیرگذار در محاسبات DNA و نانوفناوری DNA را مرور می‌کردم که به طرحی کلی رسیدم. در سال ۱۹۸۰ نده سیمن^{۱۷} از دانشگاه نیویورک چراغ این زمینه تحقیقاتی را با ساختن سیستمی با ۳۲ نوکلئوتید، روشن کرد. اگر شما از آن به بعد، تعداد

مرسوم آن است که از زبان واکنش‌های شیمیایی برای توصیف چیزهایی که در طبیعت می‌بینیم، استفاده شود. ولی ما در پی آن هستیم که از آن‌ها به‌عنوان اجزای یک برنامه‌نویسی، برای توصیف رفتارهایی استفاده کنیم که در تلاش برای رسیدن به آن‌ها هستیم

نوکلئوتیدهایی را که کنار هم قرار داده شده‌اند بررسی کنید به رشدی تقریباً نهایی می‌رسید. اکنون مقاله‌ای داریم که سیستمی با تقریباً ۱۴,۰۰۰ نوکلئوتید را توصیف می‌کند. تعداد نوکلئوتیدهای سیستم‌های طراحی شده تقریباً هر سال، دوبرابر می‌شود. با

عبار دوبرابر شدن دیگر – تقریباً ۲۰ سال از همین حالا – به یک میلیون نوکلئوتید می‌رسیم که به اندازه یک ژنوم باکتریایی است. این اندازه، لزوماً معیاری نیست از آن چه که ما می‌توانیم با سیستم انجام دهیم، بلکه حاکی از آن است که برای حفظ آهنگ تداوم این افزایش نوکلئوتیدها دشواری‌های عظیمی در پیش است. ما نیاز به همان روش‌هایی داریم که علوم رایانه برای حل سیستم‌های پیچیده به‌کار گرفته است. کار کردن چنین سیستم‌های پیچیده‌ای، چالشی به‌غایت دشوار است و احتمالاً نیاز به تحول‌های ذهنی شگرف و غیرمنتظره‌ای دارد و من به همین علت به این حوزه تحقیقاتی علاقه‌مندم.

پی‌نوشت

1. Erik Winfree
2. MacArthur Fellow
3. Algorithmic Bioprocesses
4. www.stephencass.com
5. selfish Gene
6. Leonard Adleman
7. Stephen Wolfram
8. Mathematica
9. John Hopfield
10. Michael Elowitz
11. Paul Rothmund
12. Scaffold
13. Self-assemble
14. Tiles
15. Feed Crystal
16. reductionist
17. Ned Seeman

منبع

Discover, July - August 2009, special issue, published on-line, August 11, 2009. (discover.com/2009/jul-ang/11-dicover-interview-thanks-evolution-building-material-DNA