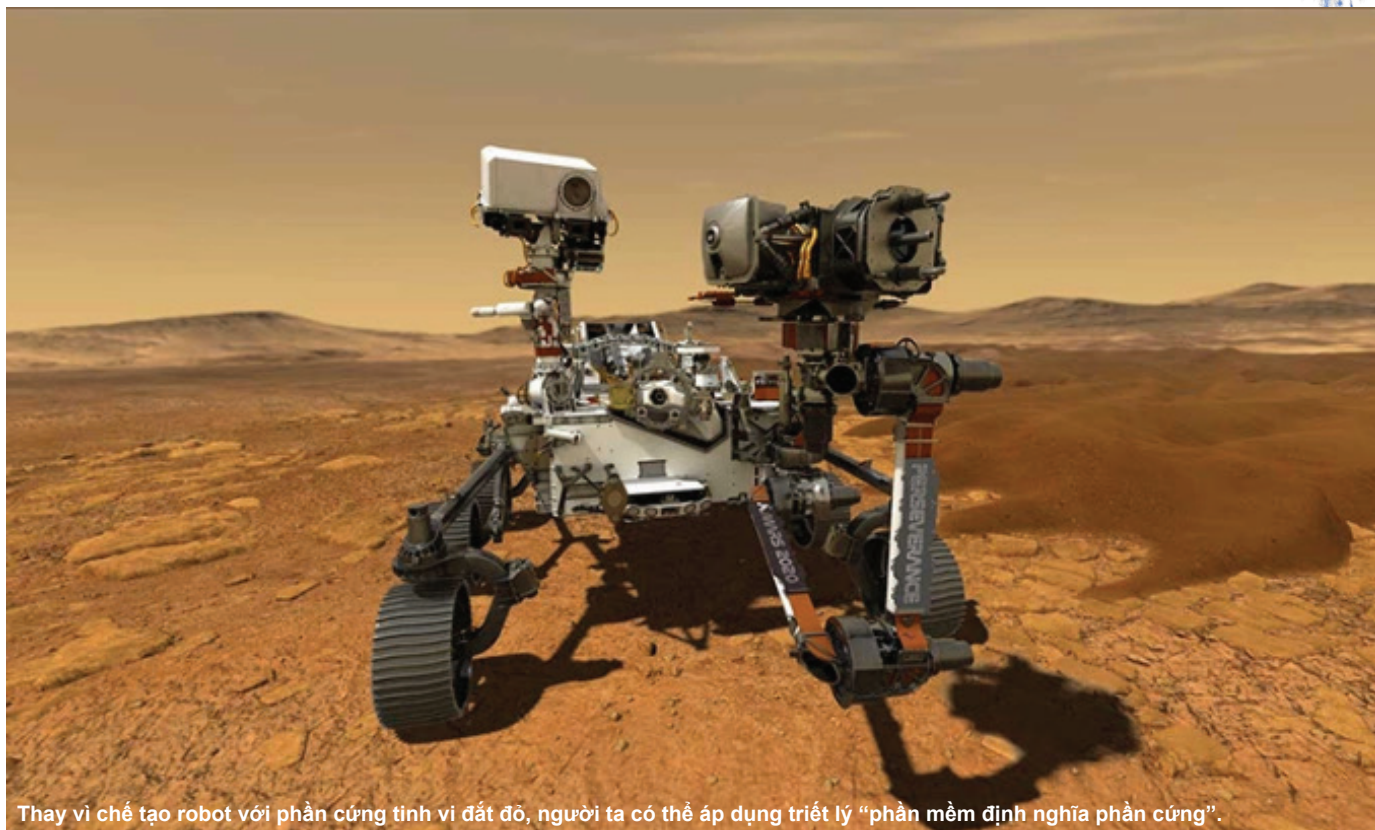




Thay vì chế tạo robot với phần cứng tinh vi đắt đỏ, người ta có thể áp dụng triết lý “phần mềm định nghĩa phần cứng”.

“Nhà máy Metaverse” thay thế mô hình nghiên cứu và phát triển truyền thống

Nguyễn Văn Tuyền

Giám đốc Học viện đào tạo AI - Trevi Education



“

Hãy tưởng tượng một nhà máy đặc biệt, nơi các ý tưởng táo bạo được thử nghiệm hàng triệu lần trong không gian ảo trước khi hiện thực hóa ngoài đời thật. Đó chính là ý tưởng về “nhà máy Metaverse” - một môi trường siêu mô phỏng do Tập đoàn NVIDIA (Mỹ) phát triển, kết hợp vật lý số và trí tuệ nhân tạo (AI). Trong thế giới ảo này, các cá nhân và doanh nghiệp có thể “thuê” không gian để thử nghiệm sản phẩm, công nghệ, mô hình kinh doanh hay hành vi con người mà không cần phải tiêu tốn thời gian và chi phí cho nghiên cứu và phát triển (R&D) truyền thống. Nếu thành hiện thực, đây sẽ là bước nhảy vọt thay đổi hoàn toàn cách chúng ta sáng chế, sáng tạo, đưa sản phẩm ra thị trường, học tập và làm việc trong tương lai.

”



Mô hình nghiên cứu và phát triển truyền thống đang dần lạc hậu

Trong mô hình R&D truyền thống, quy trình thường gồm thiết kế, chế tạo nguyên mẫu, thử nghiệm thực địa, rồi sửa lỗi và lặp lại. Cách làm này ngày càng bộc lộ sự chậm chạp và chi phí khổng lồ. Một ví dụ tiêu biểu là SpaceX của Elon Musk với chiến lược “thử - sai” cho tên lửa Starship. Chỉ từ năm 2023 đến giữa 2025, đã có bốn vụ phóng Starship “thất bại ngoạn mục”, mỗi lần nổ tung thiêu rụi phần cứng trị giá hàng trăm triệu USD. Tổng chi phí R&D cho dự án Starship được dự báo lên đến vài tỷ USD.



Tổ hợp siêu tên lửa Starship của SpaceX trong chuyến bay thử nghiệm thứ 9 vào ngày 28/5/2025.

Những thất bại đắt đỏ đó đặt ra câu hỏi: Liệu kiểu R&D “đốt tiền để học” này có bền vững? Tương tự, ngành quốc phòng phải chi hàng chục tỷ USD để phát triển thế hệ vũ khí mới. Trong lĩnh vực dân sự, việc chế tạo ô tô, robot hay xây dựng nhà máy mới cũng đòi hỏi nhiều vòng nguyên mẫu vật lý, thử nghiệm va chạm, vận hành thử, v.v. vô cùng tốn kém về thời gian và tiền bạc.

Chiến lược “fail fast” (thử nhanh, thất bại nhanh) kiểu SpaceX tuy rút ngắn chu kỳ phát triển, nhưng cái giá phải trả quá lớn - không phải startup hay quốc gia nào cũng kham nổi. Chưa kể, sản phẩm hiện đại tích hợp cơ khí, điện tử, phần mềm AI nên mỗi lần thử nghiệm thực tế có thể phát sinh lỗi hoàn toàn mới. Chuỗi thất bại của Starship cho thấy mỗi lần hỏng một kiểu khác nhau: Khi thì dao động cộng hưởng làm vỡ

kết cấu, lúc lại rò rỉ nhiên liệu hoặc mất điều khiển, v.v. Rõ ràng, môi trường thực quá khắc nghiệt: Mỗi bài học rút ra đều phải trả bằng một thiết bị hàng triệu USD bị phá hủy. Đã đến lúc chúng ta cần một đột phá trong cách thử nghiệm và sáng chế sản phẩm.

Thử nghiệm hàng triệu lần trong thế giới ảo

Trái ngược với thế giới thực đắt đỏ và nhiều giới hạn, thế giới số mở ra khả năng thử nghiệm gần như vô tận với chi phí rất thấp. Nhờ sức mạnh xử lý khổng lồ của GPU và nền tảng Omniverse, NVIDIA đang tiên phong xây dựng một “nhà máy Metaverse” cho phép chạy song song hàng triệu mô phỏng để nhanh chóng tìm ra giải pháp tối ưu.

NVIDIA đã chứng minh tiềm năng này qua một thí nghiệm ấn tượng: Họ huấn luyện robot hình người học đi lại hoàn toàn trong môi trường giả lập, rồi chuyển kỹ năng đó sang robot thật mà không cần huấn luyện lại. Tận dụng Omniverse cùng các mô hình AI vật lý tiên tiến, nhóm phát triển đã dạy robot thực hiện những động tác phức tạp, giữ thăng bằng và hoàn thành nhiệm vụ trong thế giới ảo nhanh hơn hàng nghìn lần so với thử nghiệm ngoài đời. Điều đáng kinh ngạc là những gì thường cần tới 10 năm tích lũy kinh nghiệm thực tế đã được nén lại chỉ trong khoảng 2 giờ mô phỏng. Không robot thật nào bị hỏng, không ai bị thương, và chi phí chỉ là điện năng cho máy tính. Thành công này lớn đến mức một chuyên gia gọi đó là “khoảnh khắc ChatGPT của ngành robot” - mở ra kỷ nguyên có thể đào tạo robot hoàn toàn trong máy tính rồi thả ra thế giới thật.

Trên “nhà máy Metaverse” của NVIDIA, một startup nhỏ có thể thuê vài cụm GPU với chi phí chỉ vài nghìn USD để chạy hàng triệu kịch bản thử nghiệm. Một thách thức lớn khi phát triển AI cho xe tự lái hay robot là thiếu dữ liệu về các tình huống hiếm gặp (những “edge case” cực đoan). Chẳng hạn, làm sao thu thập đủ dữ liệu về cảnh một đứa trẻ bất ngờ lao ra đường giữa màn sương mù dày đặc - lái xe thật để gặp tình huống này vừa nguy hiểm vừa hầu như không thể. “Nhà máy Metaverse” giải quyết bằng cách tạo ra dữ liệu tổng hợp (synthetic data). Công cụ Omniverse



Replicator của NVIDIA có thể sinh ra hàng triệu hình ảnh mô phỏng những tình huống nguy hiểm như vậy với nhãn dữ liệu (ground truth) chính xác tuyệt đối. Nhờ nguồn dữ liệu tổng hợp này, hệ thống tự lái không chỉ học được cách “nhìn” vật thể mà còn biết phản ứng đúng với quy luật vật lý, giúp tăng đáng kể độ an toàn và tin cậy trước khi vận hành ngoài đời thật.

Thay vì phải chế tạo một nguyên mẫu xe tự lái rồi chạy thử hàng trăm giờ trên đường (vừa tốn thời gian vừa tiềm ẩn rủi ro), giờ đây kỹ sư có thể tạo 1.000 chiếc xe hơi ảo chạy song song 1.000 giờ trong thành phố ảo. Tổng cộng thu được $1.000 \times 1.000 = 1.000.000$ giờ kinh nghiệm lái xe - chỉ trong vài ngày mô phỏng.

Bản sao số: Từ chiến trường đến thương trường

Bộ Quốc phòng Hoa Kỳ đang tiên phong ứng dụng công nghệ “bản sao số” (digital twin) nhằm duy trì ưu thế quân sự. Những hệ thống vũ khí tối tân như tiêm kích tàng hình F-35 được phát triển và kiểm thử trước trong thế giới ảo, rồi mới chế tạo thật. Phạm vi mô phỏng còn mở rộng sang không gian mạng: các bản sao số của mạng liên lạc cho phép DoD thử sức chịu đựng trước những cuộc tấn công mạng giả lập, phát hiện và vá lỗi bảo mật trước khi bị xâm nhập thực sự. Trong huấn luyện tác chiến, một căn cứ không quân đã được số hóa toàn bộ để diễn tập các kịch bản khủng bố hoặc thiên tai, giúp tối ưu quy trình ứng phó và bảo vệ cơ sở hạ tầng. Nói cách khác, “nhà máy Metaverse” đang cung cấp một “hộp cát” an toàn để tướng lĩnh thử nghiệm chiến thuật mới mà không lo bị lộ bài trước đối thủ.

Không chỉ trên chiến trường, công nghệ mô phỏng còn hữu ích trên thương trường. Chẳng hạn, một doanh nhân muốn mở chuỗi nhà hàng mới có thể thử nghiệm mô hình kinh doanh trong Metaverse. Thay vì mạo hiểm bỏ hàng trăm nghìn USD thuê mặt bằng và nhân viên để mở quán thật, ông ta dựng mô hình nhà hàng trong Omniverse rồi thả vào đó 10.000 “khách hàng AI” thuộc mọi lứa tuổi, thu nhập, sở thích. Những khách hàng ảo này sẽ tương tác với thực đơn, giá cả, không gian quán như người thật: Họ quyết định gọi

món hay bỏ đi tùy theo thị hiếu và túi tiền đã lập trình. Sau thử nghiệm, doanh nhân nhận được báo cáo chi tiết. Ví dụ: “80% khách thu nhập trung bình chê giá quá cao” hoặc “thiết kế ghế ngồi gây khó chịu cho các gia đình có trẻ nhỏ”. Nhờ đó, ông có thể điều chỉnh mô hình kinh doanh gần như ngay lập tức với chi phí rất nhỏ.

Đây chính là bước chuyển từ dự đoán cảm tính sang mô phỏng thực nghiệm. Nếu giá nguyên liệu tăng 50% thì sao? Nếu nhu cầu đột ngột gấp đôi, hệ thống có đáp ứng nổi không? Tất cả đều có thể chạy thử và tối ưu trong vũ trụ ảo với chi phí chỉ bằng phần nhỏ so với thử nghiệm ngoài đời.

Trên thực tế, NVIDIA Omniverse đã được sử dụng làm nền tảng bản sao số trong công nghiệp. Nhiều doanh nghiệp lớn như Accenture, Foxconn, BMW, v.v. đã dựng nhà máy ảo bằng Omniverse để thử nghiệm dây chuyền sản xuất, tối ưu logistics, đào tạo robot hợp tác - tất cả đều tiến hành trong thế giới ảo trước khi ra hiện trường. Kết quả thu được rất ấn tượng: Chẳng hạn, trong ngành ô tô, công nghệ bản sao số giúp giảm tới 50% chi phí chế tạo nguyên mẫu (theo số liệu của Siemens) - đồng nghĩa mỗi đồng chi cho mô phỏng có thể tiết kiệm nhiều đồng chi phí thực tế.

Khi nghiên cứu và phát triển trở thành của mọi người

Khi hoạt động R&D chuyển lên nền tảng Metaverse, cuộc chơi sáng tạo sẽ thay đổi từ gốc. Nếu như trước đây người ta thường nói “trăm hay không bằng tay quen” để đề cao kinh nghiệm thực tiễn, thì trong tương lai phương châm có thể sẽ là “trăm thử ảo mới có một thành công thực”. Thử nghiệm ý tưởng sẽ dễ dàng, nhanh chóng và rẻ đến mức ai cũng có thể tham gia R&D, không còn là đặc quyền của các phòng thí nghiệm tối tân.

Đầu tiên là các nhà sáng lập startup. Không cần gọi vốn hàng triệu USD để làm nguyên mẫu, họ có thể chỉ tốn vài trăm USD thuê vài giờ mô phỏng trên “nhà máy Metaverse” của NVIDIA để tinh chỉnh sản phẩm đến khi “chín muồi” rồi mới sản xuất thật.



Nhà thiết kế sản phẩm thì thay vì dựa vào trực giác rồi làm 5-7 mẫu thử vật lý như trước, giờ đây họ có thể tạo ra hàng ngàn phiên bản ảo, dùng AI sàng lọc để tìm ra thiết kế tối ưu.

Còn các nhà hoạch định chính sách thậm chí có thể dùng siêu mô phỏng để “thử nghiệm” luật lệ. Ví dụ, dựng một thành phố ảo với hàng triệu cư dân AI, ban hành thử một luật thuế hoặc giao thông mới và quan sát phản ứng của xã hội ảo đó trước khi áp dụng ngoài đời.

Hệ quả là rào cản đối với đổi mới sẽ hạ thấp chưa từng thấy. Nếu trước đây chỉ những tập đoàn khổng lồ hoặc chính phủ mới dám đầu tư vào các dự án táo bạo như đưa người lên sao Hỏa hay phát triển xe tự lái, thì với “nhà máy Metaverse”, một nhóm kỹ sư nhỏ cũng có thể thử sức với những ý tưởng điên rồ nhất trong thế giới ảo.

Đây thực sự là quá trình dân chủ hóa R&D: Kiến thức, công cụ và sức mạnh tính toán đều có thể thuê ngoài như một dịch vụ, giúp bất kỳ ai có óc sáng tạo đều có thể sáng chế và kiểm chứng sản phẩm của mình. Tương tự như mã nguồn mở và điện toán đám mây từng trao quyền lập trình và khởi nghiệp cho hàng triệu người, “nhà máy Metaverse” của NVIDIA có thể trao quyền chế tạo và thử nghiệm cho tất cả mọi người.

Chúng ta có thể chứng kiến một làn sóng “maker” mới - những nhà sáng chế tự do không cần phòng thí nghiệm vật lý. Họ chỉ cần một laptop kết nối dịch vụ mô phỏng của NVIDIA là đủ để biến ý tưởng thành mô hình vận hành được.

Hơn nữa, vòng đời phát triển sản phẩm sẽ được rút ngắn đáng kể. Các công ty lớn buộc phải thích nghi nếu không muốn bị bỏ lại phía sau. Trước đây, thời gian đưa một sản phẩm ra thị trường thường tính bằng năm do quá trình thử nghiệm, chứng nhận kéo dài. Nhưng với mô phỏng siêu tốc, chu trình thiết kế - kiểm thử - cải tiến có thể rút xuống chỉ còn vài tuần hoặc thậm chí vài ngày. Những doanh nghiệp vẫn ôm tư duy R&D kiểu cũ, ngại thử nghiệm sẽ nhanh chóng tụt hậu. Trong kỷ nguyên mới, lợi thế thuộc về ai biết

chấp nhận “fail fast, fail cheap” (thất bại nhanh và rẻ) và mô phỏng chính là chìa khóa giúp mỗi thất bại bớt tốn kém, từ đó khuyến khích dám nghĩ, dám làm.

Phương thức R&D truyền thống rồi sẽ bị nhìn như một di tích lỗi thời, giống như phim chụp ảnh trong thời đại kỹ thuật số - vẫn có chỗ sử dụng nhưng không còn là chủ đạo của đổi mới sáng tạo.

Tương lai chinh phục Sao Hỏa

Hãy tưởng tượng, chúng ta thử nghiệm công nghệ trong môi trường khắc nghiệt như Sao Hỏa - đích đến tham vọng của nhân loại. Trên Hành tinh đỏ này, sai lầm nhỏ nhất cũng phải trả giá đắt, do đó mô phỏng sẽ là công cụ tối quan trọng. Nhờ nền tảng giả lập hành tinh như Isaac Sim Martian Robotic Simulator của NVIDIA, các nhà khoa học có thể tạo bản sao chính xác bề mặt Sao Hỏa. Trước khi gửi robot thật lên đó xây dựng nhà kính hay lắp đặt nhà máy in 3D, họ sẽ huấn luyện chúng trong mô phỏng để đối phó với bão bụi, địa hình đá sắc nhọn, trọng lực chỉ bằng 38% Trái đất. Nhóm robot thậm chí có thể học cách tự sửa chữa hỏng hóc và phối hợp bầy đàn (swarm intelligence) ngay trong thế giới ảo. Các thiết kế nhà ở cho phi hành gia cũng sẽ được kiểm tra khả năng chịu bức xạ vũ trụ và biên độ nhiệt khắc nghiệt bằng mô phỏng, trước khi xây dựng ngoài đời thực. Thậm chí, những kế hoạch vĩ đại như cải tạo khí hậu Sao Hỏa (terraforming) cũng có thể được chạy thử an toàn trong “nhà máy Metaverse”.

Trở lại Trái đất, một xã hội ngập tràn công nghệ giá rẻ và robot thông minh sẽ giải phóng sức lao động của con người chưa từng có. Khi robot lo những việc nguy hiểm và nhàm chán, con người có thể tập trung vào sáng tạo, giáo dục, chăm sóc lẫn nhau - những việc mà máy móc hiện chưa thể thay thế. Việc đào tạo cũng sẽ chuyển biến: Sinh viên kỹ thuật có thể thực tập trong các nhà máy ảo đầy đủ máy móc như thật, học qua trải nghiệm mà không gây hậu quả đắt đỏ nếu lỡ sai sót. Mô hình làm việc kết hợp AI cũng phát triển mạnh: Con người và các “đồng nghiệp AI” cùng giải quyết vấn đề trong thế giới số trước, rồi triển khai kết quả ra thực tế với hiệu suất tối ưu. Hệ quả là năng



suất lao động tăng vọt, chi phí sản xuất giảm mạnh, hàng hóa dịch vụ trở nên dồi dào và rẻ chưa từng có - viễn cảnh một nền kinh tế hậu khan hiếm nhờ sự kết hợp giữa mô phỏng và AI.

Đặc biệt, một cuộc cách mạng đang diễn ra trong lĩnh vực robot. Thay vì chế tạo robot với phần cứng tinh vi đắt đỏ, người ta có thể áp dụng triết lý “phần mềm định nghĩa phần cứng”: Dùng linh kiện giá rẻ và để AI học cách điều khiển những cỗ máy chưa hoàn hảo đó cho nhuần nhuyễn. Các nghiên cứu mô phỏng (sim-to-real) đã cho thấy thuật toán AI có thể huấn luyện robot lắp ráp từ bo mạch Raspberry Pi và cảm biến thô sơ vẫn hoàn thành tốt nhiệm vụ phức tạp. Nhờ thế, nhà sản xuất có thể dùng động cơ phổ thông, chi tiết in 3D, rồi bù đắp bằng hàng triệu giờ huấn luyện AI trong mô phỏng để robot vận hành trơn tru. Kết quả, giá thành robot hình người tương lai dự báo có thể giảm xuống khoảng 1.000 USD - tương đương một chiếc xe máy hoặc điện thoại cao cấp. Khi đó, robot quản gia, robot chăm sóc người già, robot công nhân xây dựng sẽ trở nên phổ biến, giải phóng con người khỏi công việc nặng nhọc, giải quyết tình trạng thiếu lao động trong xã hội già hóa và tạo nguồn nhân lực cho việc khai thác tài nguyên không gian.

Chưa dừng lại ở đó, con người cũng có thể “nâng cấp” chính mình nhờ những công nghệ táo bạo. Một ví dụ là tham vọng kết nối trực tiếp não bộ với máy tính qua dự án Neuralink của tỷ phú Elon Musk. Công nghệ này hướng đến việc cấy các điện cực siêu nhỏ vào não người, cho phép chúng ta điều khiển máy tính và thiết bị chỉ bằng ý nghĩ. Trong ngắn hạn, Neuralink kỳ vọng giúp người liệt có thể giao tiếp hoặc điều khiển tay chân giả. Còn về lâu dài, nếu thành công, nó có thể mở ra những khả năng phi thường: Con người giao tiếp với nhau bằng tín hiệu não, lưu trữ hoặc “tải lên” ký ức, thậm chí “nâng cấp” trí tuệ của mình khi não bộ được kết nối trực tiếp vào kho tri thức của máy móc.

Khi ranh giới giữa người và máy bị xóa nhòa, chúng ta có thể đạt tới những thành tựu chưa từng có. Hãy hình dung một nhà khoa học điều khiển đồng thời cả một đội robot chỉ bằng suy nghĩ, hay một kỹ sư “tải”

trực tiếp kiến thức chuyên môn vào não để lập tức sử dụng. Những điều trước đây chỉ có trong truyện viễn tưởng nay đang dần thành hiện thực. Neuralink mới ở giai đoạn đầu, nhưng dự án này cho thấy khát vọng không giới hạn của con người trong việc khai phá tiềm năng của chính mình.

Hình thành tư duy đột phá, hành động ngay

Cuối cùng thì chúng ta nên hành động gì?

Các nhà đầu tư cần suy nghĩ ngay đến việc rót vốn vào các dự án phát triển nền tảng mô phỏng, các công ty cung cấp dịch vụ “R&D-as-a-Service” dựa trên sức mạnh GPU.

Các startup công nghệ hãy tự hỏi sản phẩm của mình có phát triển nhanh hơn nhờ tích hợp vòng thử nghiệm ảo hay không? Nếu bạn không tận dụng mô phỏng, đối thủ của bạn sẽ làm và vượt lên.

Các nhà hoạch định chính sách nên thúc đẩy xây dựng hạ tầng siêu máy tính quốc gia, hỗ trợ doanh nghiệp ứng dụng bản sao số, đồng thời cập nhật quy định để cho phép quy trình chứng nhận an toàn bằng mô phỏng (ví dụ: Chấp nhận một mẫu xe hơi chạy 100 triệu km trong giả lập thay vì 1 triệu km thực tế để được cấp chứng nhận).

Trong lĩnh vực giáo dục và đào tạo, cần có những sự điều chỉnh chương trình để chuẩn bị nhân lực cho kỷ nguyên mới: Đào tạo những kỹ sư thành thạo công cụ mô phỏng, những nhà thiết kế “giỏi cả búa thật lẫn búa ảo”.

Thế giới đang chuyển mình mạnh mẽ. NVIDIA không còn đơn thuần là một nhà sản xuất GPU, họ đang ở vị thế trung tâm của cuộc cách mạng về phương thức sáng tạo. Trong lịch sử, mỗi lần có công cụ đột phá, nhân loại lại có một bước nhảy vọt: Kính hiển vi mở ra vi vũ trụ của sinh học, kính viễn vọng mở rộng tầm mắt đến vũ trụ bao la. Giờ đây, Metaverse đang mở ra không gian sáng tạo vô hạn. Chúng ta sắp chứng kiến một tương lai nơi các phát hiện bùng nổ như vụ nổ Big Bang và ranh giới giữa trí tưởng tượng với hiện thực mong manh hơn bao giờ hết 🚀