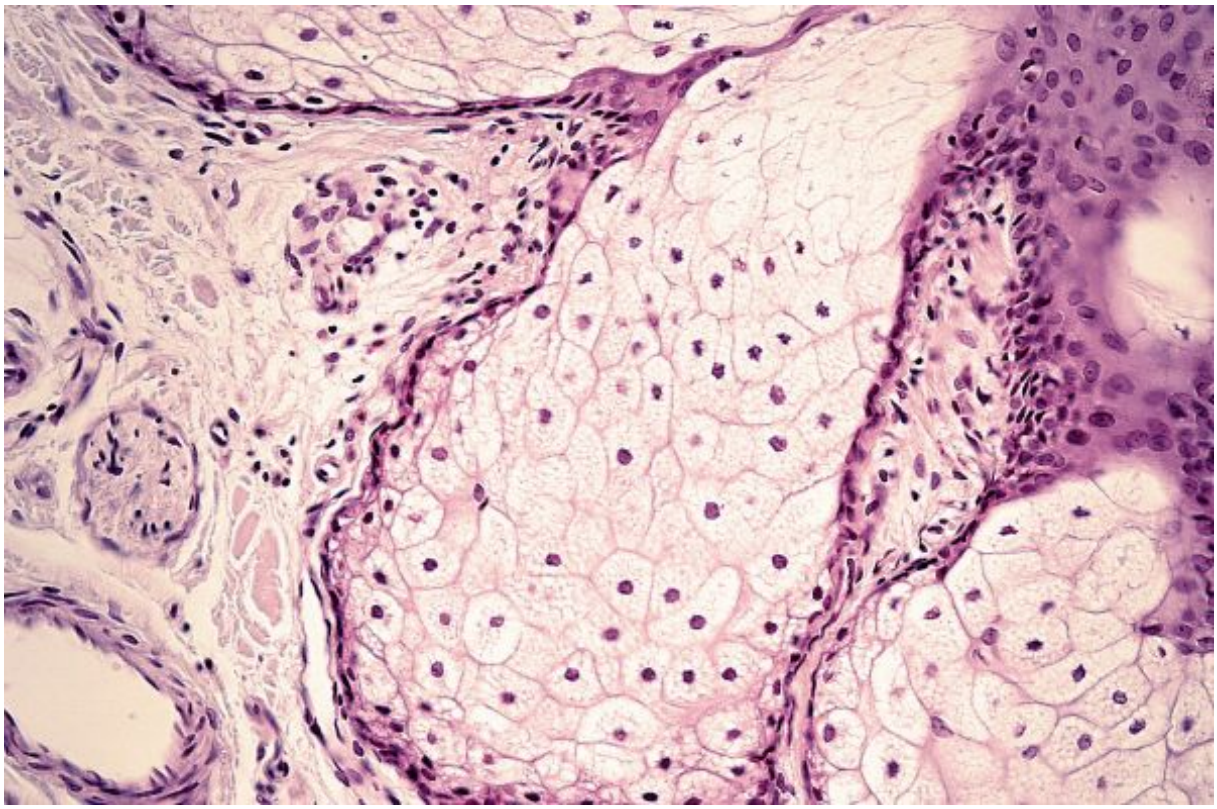


Una competicio global posa a prova eines per analitzar el moviment de molecules individuals

Dins de les cel·lules vives, les molecules estan en constan moviment: unint-se, difonent-se, interactuant. Comprendr aquests processos es essencial a l'hora d'entendre en profundita el comportament de les cel·lules. Una competicio internacional n que l'ICFO ha participat activament ha proporcionat u a comparacio sistematica de metodes analitics per a l'analisi d l moviment de molecules individuals, destacant tant les fortales s actuals com els reptes urgents en aquest camp en rapi a expansio. Els resultats s'han publicat recentment a Nature Communications.

July 28, 2025

En el mon intricat de l'interior de les cel·lules vives, el moviment molecular revela piste crucials sobre com les cel·lules funcionen, es comuniquen i, de vegades, fallen. Pero extreu

e informacio significativa d'aquestes trajectories moleculars complexes es un rep
e formidable, que ha impulsat una cursa global pel desenvolupament i la millora d'ein
s analitique
. Ara, un equip internacional de cientifics liderat pel Dr. Gorka Munoz de la Universit
t d'Innsbruck, el Prof. Dr. Giovanni Volpe de la Universitat de Goteborg i el Prof. Dr. Car
o Manzano de la Universitat de Vic, amb la col·laboracio dels investigadors de l'ICFO, en **Gabriel Fernandez-Fernandez**, el **Dr. Borja Requena** i el **Prof. ICREA Maciej Lewenstein**, ha organitzat una competicio per avaluar sistematicament aquestes eines. Els seus resultats, acabats de publicar a Nature Communications, ofereixen una avaluacio sense precedents de les fortaleses i debilitats dels enfocaments existents.

Posant a prova els metodes

La captura d'imatges de molecules individuals s'ha convertit en una tecnica essencial en la biologia cel·lular i la biofisica modernes. Mitjancant el seguiment de molecules individuals e cel·lules vives, els investigadors poden estudiar processos fonamentals com les interaccio
s proteiques, els mecanismes de transport i l'acumulacio molecular. Tanmateix, analitzar l
s dades resultants -ja sigui en forma de trajectories de particules o de videos en brut- requere
x metodes computacionals sofisticats. La majoria d'aquests enfocaments es basen
n algoritmes d'aprenentatge automatic que es refinen continuament per detectar patron
, classificar tipus de moviment i extreure parametres significatius a partir de dad
s experimentals sorollose
. Per fer front a la manca de referents objectius, l'equip va dissenyar una competicio, el
n AnDi Challenge, utilitzant una biblioteca de programari que simula dades experimenta
s realistes. Aquestes simulacions incorporaven models de difusio i interaccio ampliame
t utilitzats, sota condicions que imiten les dels experiments reals. Grups de recerca d'arreu d
l mon van aplicar les seves millors eines per analitzar el mateix conjunt de dades. A partir de
s seus resultats, els equips participants -i, per tant, els metodes que van desenvolupar- van s
r classificat

Fortaleses i reptes actuals

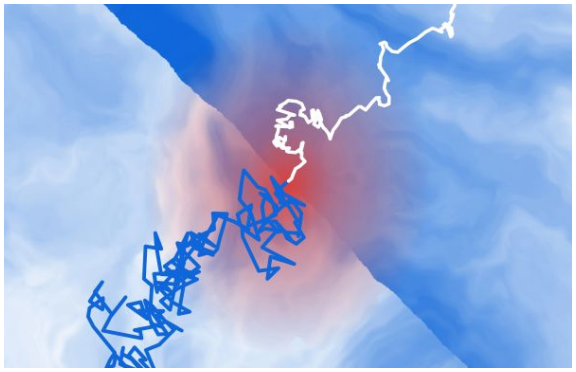
i¿½La competicio va revelar un progres clar en algunes arees, pero tambe va posar
n evidencia limitacions significatives en d'altres,i¿½ resumeix el Dr. Gorka Munoz-
il, investigador de la Universitat d'Innsbruck i autor principal de l'article. i¿½Es important tenir una imatge quantitativa de com funcionen -o no- els metodes actuals en una va
ietat d'escenaris realist
s.i¿½ Mes enlla de classificar eines existents, la competicio vol impulsar la innovacio. En ide
tificar on fallen els metodes, els investigadors esperen fomentar el desenvolupament de nous enfocaments que puguin desxifrar amb mes precisio el mon sorollos i hetero
eni del moviment mo

Guia per a la comunitat

Els resultats ofereixen una guia practica per als experimentadors que busquen les eines adequades per als seus estudis. i¿½Volem ajudar els investigadors a orientar-se dins d l creixent panorama de metodes analitics i escollir aquells que millor s'adaptin a les sev s dadesi¿½, diu el Prof. Dr. Carlo Manzo, autor senior de l'article de la Universitat de ic. Aquesta no es la primera vegada que la comunitat accepta el repte. La primera edici de l'AnDi Challenge, centrada en la difusio anomala, va proporcionar informacio clau qu va contribuir al desenvolupament del camp. La segona edicio amplia aquest esforc, centran -se ara en els canvis de moviment i en condicions experimentals biologicament relleva ts. Amb els rapids avencos en tecnologies d'imatge i adquisicio de dades, la necessita de metodes d'analisi fiables mai no ha estat tan gran. Iniciatives com aquesta compet cio proporcionen una fulla de ruta essencial per a investigadors, desenvolupadors de progra ari i experimentadors, ajudant a garantir que les histories moleculars capturades sot el microscopi es puguin interpretar de manera precisa i completa. El programari d'acces ll ure estableix les bases per a futurs projectes i convida la comunitat a contribuir amb n ves innovaci

Referencia:

Munoz-Gil, G., Bachimanchi, H., Pineda, J. et al. Quantitative evaluation of methods to analyze motion changes in single-particle experiments. Nat Commun 16, 6749 (2025).
DOI: https://doi.org/10.1038/s41467-025-61949-x



Trayectoria de una particula biologica que se desplaza a traves de dos regiones distintas del espacio, cada una con diferentes propiedades fisicas que modifican como se difunde la particula. Credito: Gorka Munoz-Gil, Universidad de Innsbruck.