DNA speichert Daten in Bits nach epigenetischem Upgrade

Ein neues Verfahren ermöglicht es, DNA als binären Speicher zu nutzen. Forscher an der Peking-Universität zeigen, wie epigenetische Änderungen Daten effizient speichern können.

DNA ist seit Jahrtausenden **die bevorzugte Datenablage der Menschheit**. Zäh und kompakt, ist es so informationsdicht, dass ein Gramm genug Daten für 10 Millionen Stunden hochauflösendes **Video** speichern kann.

Doch es gibt stets Raum für Verbesserungen.

Eine neuartige Methode ermöglicht es nun, Informationen in DNA als binären Code zu speichern – als die gleichen 0en und 1en, die von herkömmlichen Computern verwendet werden. Diese Methode könnte eines Tages kostengünstiger und schneller sein als die Kodierung von Informationen in der Sequenz der Bausteine, aus denen DNA besteht, was derzeit der von Zellen und den meisten Bemühungen zum **Speichern**

künstlich generierter Daten verwendeten Methode entspricht.

Die Methode ist so einfach, dass 60 Freiwillige aus verschiedenen Bereichen sie nutzen konnten, um den Text ihrer Wahl zu speichern. Viele von ihnen glaubten anfangs nicht, dass die Technik funktionieren würde, sagt Long Qian, eine computergestützte synthetische Biologin an der Peking-Universität in Peking und eine Autorin der Studie**1**, die die Technik beschreibt.

„Als sie die Sequenz sahen und den richtigen Text zurückbekamen, begannen sie zu glauben, dass sie es tatsächlich schaffen konnten“, erklärt sie. Die Studie wurde heute in Nature veröffentlicht.

Kurze Speicherung

Diese Technik ist nur eine von vielen **Versuchen, DNA in eine nachhaltige Alternative** zu traditionellen, **elektronischen Speicheroptionen** zu verwandeln, die mit der zunehmenden Datenproduktion der Welt nicht Schritt halten können. „Wir stoßen an physische Grenzen“, sagt Nicholas Guise, ein Physiker am Georgia Tech Research Institute in Atlanta. „Und wir erzeugen ständig mehr Daten.“

Die enorme Speicherkapazität von DNA macht sie zu einer attraktiven Alternative. Darüber hinaus kann **DNA, wenn sie vor Feuchtigkeit und ultraviolettem Licht geschützt ist, Hunderte von Tausenden von Jahren überdauern**. Im Gegensatz dazu müssen elektronische Festplatten alle paar Jahre ersetzt werden, oder Daten werden beschädigt.

Der offensichtlichste Weg, Informationen in DNA zu speichern, besteht darin, die Daten in die DNA-Sequenz einzufügen, ein Prozess, der erfordert, dass ein DNA-Strang von Grund auf neu synthetisiert wird. Dieser Ansatz ist langsam und um viele Größenordnungen teurer als die elektronische

Datenspeicherung, erklärt Albert Keung, ein synthetischer Biologe an der North Carolina State University in Raleigh.

Um einen kostengünstigeren, schnelleren Weg zu entwickeln, wandten sich Qian und ihre Kollegen dem **„Epigenom“ – einer Vielzahl von Molekülen, die Zellen zur Steuerung der Genaktivität verwenden**, ohne die DNA-Sequenz selbst zu modifizieren. Zum Beispiel können **sogenannte Methylgruppen zu DNA hinzugefügt oder davon entfernt werden**, um ihre Funktion zu verändern.

Qian und ihre Kollegen entwickelten ein System, bei dem eine Reihe von kurzen, vorgefertigten DNA-„Bausteinen“ – mit oder ohne Methylgruppen – zu einem Reaktionsgefäß hinzugefügt werden konnten, um einen wachsenden DNA-Strang mit dem korrekten binären Code zu bilden. Um die Daten abzurufen, verwenden die Forscher **eine DNA-Sequenzierungstechnik**, die die Methylgruppen entlang des DNA-Strangs detektieren kann. Die Ergebnisse können als binärer Code interpretiert werden, wobei das Vorhandensein einer Methylgruppe 1 und das Fehlen 0 entspricht.

Panda-Porträt in DNA

Da die Technik vorgefertigte DNA-Fragmente verwendet, könnte sie weiter optimiert werden, um eine Massenproduktion zu ermöglichen, sagt Keung. Dadurch wäre sie viel günstiger als die Synthese eines maßgeschneiderten DNA-Strangs für jedes zu speichernde Informationsbit. Der nächste Schritt, so Keung, wird sein zu sehen, wie gut sich das System skalieren lässt, um große Datensätze unterzubringen.

Als Schritt in diese Richtung kodierten und lasen Qian und ihre Kollegen die Anweisungen, um ein Bild eines Tigers aus der Han-Dynastie im alten China und ein farbiges Bild eines Pandas in üppigem Grün zu erstellen. Die Bilder wurden in fast 270.000 1en und 0en, oder „Bits“, kodiert.

Für den Moment muss das Feld die Kosten senken, bevor es mit der elektronischen Datenspeicherung konkurrieren kann, sagt Guise. „DNA-Speicherung hat noch einen langen Weg vor sich, bevor sie kommerziell relevant werden kann“, sagt er. „Aber es besteht Bedarf an disruptiver Technologie.“

1. Zhang, C. et al. Nature 634, 824–832 (2024).

Artikel
Google Scholar

Referenzen herunterladen

Besuchen Sie uns auf: natur.wiki