الفرصة 32

التأثير بعيد المدى

المتغيرات الغامضة

التكنولوجيا، الأنظمة

التوجهات العالمية الكبرى

إتاحة البيانات للجميع بلا حدود وبأبعاد متعددة

الاتجاهات السائدة

الحوسبة المتطورة
علم تطوير الأساليب والأدوات البرمجية الخاصة بفهم البيانات الحيوية (المعلوماتية الحيوية)
التكنولوجيا الحيوية
حماية البيانات والخصوصية
تكنولوجيا النانو

القطاعات المتأثرة

الزراعة والغذاء
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
السلع والخدمات الرقمية
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
التأمين وإعادة التأمين
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
الخدمات المهنية
المرافق العامة

هل سيصبح الحمض النووي وسائط تخزين للمعلومات في المستقبل؟

أقراص الحمض النووي

يمكن استخدام سلاسل الحمض النووي كآلية بديلة لتخزين البيانات بشكل دائم وبأحجام ضخمة في ظل النمو المتزايد المتوقع للبيانات في السنوات القادمة، حيث يمكن للحمض النووي أن يحفظ هذه الكميات الضخمة لآلاف السنين ويسهم في خفض تكلفة تخزين البيانات واستهلاك الطاقة، والحد من البصمة الكربونية المرتبطة بالأنشطة الرقمية.

الـواقـــع الحـــالي

من الضروري ابتكار حلول جديدة وغير تقليدية لتخزين البيانات نظراً لكميات البيانات الهائلة التي ينتجها العالم يومياً ويتوقع زيادتها بشكل غير مسبوق خلال الأعوام القادمة، حيث ارتفع إجمالي كمية البيانات من 2 زيتابايت (مليار تيرابايت أو تريليون جيجابايت) عام 2010 إلى ما يقارب 97 زيتابايت في عام 2022،[679] ومن المتوقع أن تزيد بنسبة 300 % خلال الأعوام الثلاثة المقبلة،[680] وفي الوقت نفسه فإن وسائط تخزين البيانات الحالية لا تكفي لتخزين كل هذا الكم الهائل من البيانات، مما قد يؤدي إلى فقدان البيانات أو تلفها،[681] فضلاً عن تعقيد عملية إدارة قاعدة البيانات الضخمة، بصرف النظر عما تشهده قدرات التخزين من تطور،[682] في حين تشكل البيانات غير المنظمة التي لا تعتمد على نموذج بيانات محدد حتى 90 % من البيانات المؤسسية الجديدة.[683] ويعد تخزين البيانات حالياً من الأسباب المؤدية للتغيّر المناخي، حيث إن مراكز البيانات مسؤولة عن 2% من انبعاثات غازات الدفيئة في العالم.[684]

وقد كشفت الأبحاث إمكانات هائلة لاستخدام الحمض النووي كآلية بديلة لوسائط تخزين البيانات التقليدية، حيث يمكن تخزين ما يصل إلى 2.2 بيتابايت لكل جرام من الحمض النووي، أي أن قرص صلب من الحمض النووي بحجم ملعقة صغيرة يمكنه تخزين بيانات العالم بأكمله.[685] وهذه البيانات كلها يمكن ترجمتها إلى ملفات قابلة للقراءة عبر الحاسوب من خلال تحديد تسلسل الحمض النووي؛ ففي عام 2012، نجح علماء الوراثة في جامعة هارفارد إلى تشفير كتاب يحتوي على 52 ألف كلمة إلى سلاسل من الحمض النووي.[686] كما توقع الباحثون في جامعة آيندهوفن للتكنولوجيا افتتاح أول مركز بيانات بالاعتماد على الحمض النووي في غضون 5 إلى 10 أعوام.[687] وسيكون التمكن من خفض التكلفة عامل أساسي لتوسيع نطاق استخدام هذه التقنية، مع العلم أن تخزين ملف سعته 2 ميجابايت يكلف حالياً حوالي 7 آلاف دولار وبينما تكلف قراءته 2000 دولار.[688] وجدير بالذكر أن العلماء يستخدمون حالياً علامات من الفلورسنت لتسهيل تصنيف البيانات واسترجاعها.[689]

يمكن تخزين ما يصل إلى

2.2 بيتابايت لكل جرام

من الحمض النووي، أي أن قرص صلب من الحمض النووي بحجم ملعقة صغيرة يمكنه تخزين بيانات العالم بأكمله

الفرصة المستقبلية

يمكننا استخدام الحمض النووي كوسائط بديلة لتخزين البيانات والاحتفاظ بها لملايين السنين[690] على عكس الخوادم الحالية التي تحتاج إلى الاستبدال بشكل الدائم.[691] وستسهم التطورات في مجال تشفير الحمض النووي وتحديد تسلسله في زيادة سرعة تخزين البيانات وانخفاض تكلفتها، مما سيجعل هذه التكنولوجيا حلاً ملائماً للاستخدام اليومي من قبل المؤسسات، وستشمل هذه التطورات تصميم أساليب مبتكرة تضمن سهولة قراءة وكتابة البيانات وتخزينها على أقراص الحمض النووي.

وإلى جانب إسهام مراكز تخزين البيانات عبر الحمض النووي في تعزيز سعة التخزين وإطالة عمر البيانات بفضل انخفاض بصمتها الكربونية وقلة احتياجاتها من الطاقة، يمكن لهذه المراكز تبني إجراءات للسلامة في حالة حدوث أي خلل وحفظ نسخ احتياطية متعددة بأدنى التكاليف الاقتصادية والبيئية،[692] بما يقلل من تدهور البيانات ويعزز الاستدامة. كما يمكن الاستفادة من الخصائص الجزيئية الحيوية والهيكلية الفريدة للحمض النووي في تبني الجيل التالي من منهجيات التشفير وأمن معلومات.[693]

الإيجابيات

من الناحية النظرية، يتيح الحمض النووي المُصنّع تخزين كمية غير محدودة من البيانات لفترة طويلة من الزمن وباستخدام مساحة أقل دون التعرض لمشاكل تعيق التوافق التشغيلي.

المخاطر

قد تتسبب هذه التكنولوجيا في الحد من إمكانية الوصول إلى البيانات وتعقيدها، كما أن الافتقار إلى إجراءات الحماية اللازمة سيزيد من مخاطر تخزين كميات هائلة من البيانات غير الصحيحة. وهناك أيضاً تحديات متعلقة بالتوافق التشغيلي عند مشاركة البيانات مع الدول التي لا تعتمد على تكنولوجيا تخزين البيانات عبر الحمض النووي، فضلاً عن ارتفاع تكلفة تخزين البيانات بهذه الطريقة، وهو ما يحد من انتشارها وربما يؤدي لتفاقم أوجه انعدام المساواة في العالم.

ارتفع إجمالي كمية البيانات العالمي من

2 زيتابايت

عام 2010 إلى ما يقارب

97 زيتابايت

في عام 2022