الطباعة رباعية الأبعاد، تغير الشكل بعد الغمر في الماء.

تمكن فريق من العلماء في معهد ويس للبيولوجيا في جامعة هارفارد من دمج البعد الرابع أي الوقت في الطباعة ثلاثية الأبعاد، لإنشاء أشكال متحولة تحاكي حركة البنيات الطبيعية مثل النباتات، تستجيب وتغير شكلها تناسبا مع المؤثرات البيئية.

Credit: Wyss Institute at Harvard University
بعد الطباعة، الشكل المطبوع بال 4D يتحول شكله بعد غمره في الماء.

في الطبيعة، الأنسجة والعناصر المجهرية للزهور والنباتات لديها أشكال حيوية تتغير وفقا لبيئاتها، تحاكي الأشكال المتنوعة للتغييرات العضوية النباتية مثل الأوراق والزهور الناتجة عن الاستجابة للمؤثرات البيئية مثل الرطوبة أو الحرارة. وقد كشف الفريق العلمي النقاب عن مركبات هلامية مطبوعة 4D تغير شكلها عندما تُغمر في الماء.

تقول جينفر لويس، كبيرة مؤلفي الدراسة :"يمثل هذا العمل سبقا مهما في تجميع المواد القابلة للبرمجة، والذي تحقق بفضل اتباع نهج متعدد التخصصات"."لقد انتقلنا الآن إلى ما بعد دمج الشكل والوظيفة لإنشاء بنيات متحولة".

المركبات الهلامية المطبوعة ب 4D التي وضعتها لويس وفريقها تحتوي على انتفاخ متموضع بدقة، وتورم موضعي. الأهم من ذلك أن المركبة الهلامية تحتوي على ألياف السليلوز المستمدة من الخشب و التي تشبه البنية المجهرية التي تسمح بتغير شكل النباتات.

عن طريق محاذاة ألياف السليلوز أثناء الطباعة، يتم ترميز مركب الحبر الهلامي مع تورم وتصلب متباين الخواص، والذي يمكن تشكيله لإنتاج تغيير في الشكل. الطبيعة متباينة الخواص لألياف السليلوز تعطي خصائص متنوعة الإتجاهات يمكن التنبؤ بها والسيطرة عليها. تماما مثل الخشب، الذي ينقسم بسهولة عبر

الحبوب بين أطرافه، عندما يتم غمره في الماء، يمر الحبر الهلامي المكون من ألياف السيليلوز عبر تفرقات مختلفة و متعامدة مع خط الطباعة.

بإدماجه مع نموذج رياضي خاص وضعه الفريق، يحدد الطريقة التي يجب أن تطبع مجسم بالأبعاد الرباعية لتحقيق الأشكال التحولية المقررة، الطريقة الجديدة تفتح الأفق لتطبيقات محتملة جديدة بتكنولوجيا 4D بما في ذلك المنسوجات الذكية والالكترونيات الناعمة، والأجهزة الطبية، و هندسة الأنسجة.

يقول غلادمان : "استخدام حبر مركب واحد يقوم بالطباعة في خطوة واحدة، يمكننا الوصول لمادة هلامية متغيرة الشكل بطبيعة أكثر تعقيد أكثر من أي تقنية أخرى ، ويمكننا القيام بذلك ببساطة عن طريق تعديل مسار الطباعة، ما هو أكثر من ذلك، يمكننا أن مبادلة مواد مختلفة لضبط الخصائص مثل التوصيل أو التوافق البيولوجي."

الحبر المركب المستخدم من قبل الفريق يتدفق مثل السائل عبر رأس الطباعة، يتصلب بسرعة بمجرد طباعته. مجموعة متنوعة من المواد الهلامية يمكن استخدامها بالتبادل، مما يؤدي إلى استجابات مختلفة حسب المحفزات، في حين أن ألياف السليلوز يمكن استبدالها بمواد متباينة الخواص أخرى، بما في ذلك المواد الموصلة.

"يقول ماتسيموتو : نموذجنا الرياضي يصف مسارات الطباعة اللازمة لتحقيق تغير الشكل المطلوب، و يمكننا السيطرة على التقعرات المنفصلة والمتصلة على حد سواء، باستخدام طريقتنا الضابطة و المبرمجة."
النموذج الرياضي يحل أيضا "المشكلة العكسي"، وتمكن من التنبؤ بما يجب أن يكون عليه مسار الطباعة لترميز سلوكيات التورم نحو الشكل المطلوب.

المصدر : جامعة هارفرد