

'Fingerprinting' documents and packaging

文書やパッケージの「指紋」

James D. R. Buchanan*, Russell P. Cowburn*, Ana-Vanessa Jausovec*, Dorothee Petit*, Peter Seem*, Gang Xiong*, Del Atkinson†, Kate Fenton†, Dan A. Allwood‡, Matthew T. Bryan‡

Nature Vol.436 (475) / 28 July 2005

個々の文書やパッケージに固有な表面欠陥を手がかりにすれば、同一性を容易に認証でき、偽造による被害防止に役立つ。

われわれは、ほとんどすべての紙の文書やプラスチックカード、商品用パッケージに、表面上の微細な欠陥によって形成された独自の物理的な識別コードが含まれていることを発見した。この隠れた「指紋」は、その物体に固有のもので、制御可能な手段によって改変することはほぼ不可能である。低価格ポータブルレーザーキャナーを使えば、迅速に読み取ることができる。この識別コードによって、ほとんどの種類の文書やブランド製品の偽造が不可能となる。

文書やオブジェクトに付されたタグやトークン信号の物性における自然発生的なランダム性は、そのような文書やオブジェクトに一意的な識別子を付与するための手段となっている^{1,2,3,4}。我々は、すべての無反射面を対象として、その固有の粗さを利用して、物理的ランダム性を得られないかどうかを調べた。この方法は、広範な種類の紙、プラスチック、ボール紙製の物品に対し、それぞれに固有の強力な偽造防止対策を秘密裏に付与できるという可能性を秘めている。

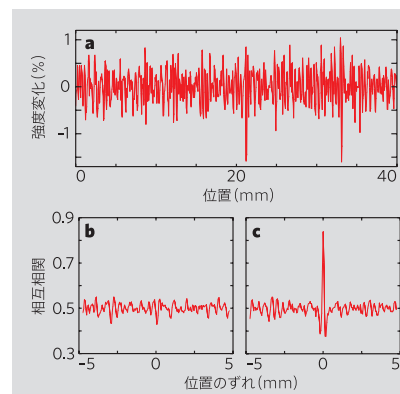


図1 文書の「指紋」の比較

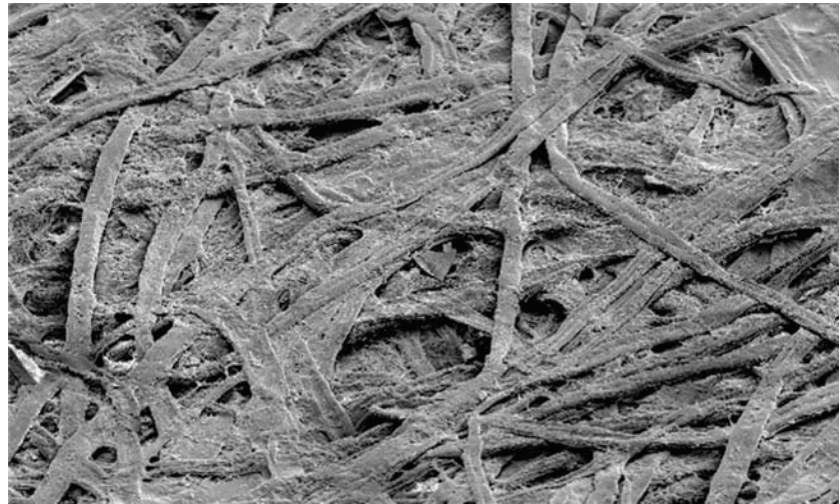
- a: 集光レーザービームで長さ40ミリの白色紙をスキャンしたときに、1台の光検出器で測定された散漫散乱強度のゆらぎ
b: 2枚の紙のスキャン結果のデジタル相互相関
c: 同じ紙の2回のスキャン結果のデジタル相互相関

われわれはレーザースペckル⁵の光学的現象を利用し、集光レーザービームの散漫散乱を使って、さまざまな物体表面の微細構造を調べた。これまでにレーザースペckルは、表面粗さ⁶、金属やぬらした紙の微小変形⁷、紙の剪断弾性率⁸の測定や *in vivo*での血流の画像化⁹に用いられている。

図1aには、集光レーザービームで1枚の標準白色紙全体をスキャンし、4台の光検出器を使って4つの異なる角度から反射強度を継続的に記録した結果が示されている。ここには波長70 μm 以上の擬似ランダムゆらぎがあることが統計解析によって示されている。平均強度からのゆらぎは、1と0にデジタル化され、これがこの物体の「指紋」コードとなった。

図1bには、このスキャン結果と同じ束の別の紙を同様にスキャンした結果のデジタル相互相関が示されている。ここには強いピークがなく、それぞれのスキャン結果に独自性があることを示している。これに対して、同じ紙の1回目のスキャン結果と通常の取扱いを経て3日後に行われたスキャン結果とのデジタル相互相関では、位置のずれが0に近いところに強いピークがある(図1c)。このことは、スキャン結果がほぼ同一であることを示している。これと類似した結果は、(クレジットカードのような)つや消しプラスチックカード、身分証明カードとコーティングされたボール紙製のパッケージ(たとえば医薬品や化粧品用)からも得られた。

対象物を乱暴に扱った後でも識別力は高かった。紙の場合、乱暴な取扱いとは、固く球状に丸めてから、広げて表面をならして表面をしわだらけにすること、冷水に5分間ひたしてから自然乾燥させること、炉内温度を180°Cに設定して30分焼き



乱暴な扱いを受けても大丈夫: 水に完全に浸されても、紙の表面上の微細なパターンは消えない。

付けて、表面を焦がすこと、ボールペンや濃い黒色のサインペンでスキャン対象領域に高密度の落書きをすること、洗浄用研磨パッドで表面をこすすることをさす。スキャナー上に対象物を静置する場合には、 $\pm 1\text{mm}$ 、 2° 以内のズレは許容範囲内とされた。

相互相関におけるピーク値の振幅は、2つの対象物に区別できない特徴が存在する蓋然性を判定するために使用できる。今回調べた紙の場合には、蓋然性は 10^{-72} 未満だった。つや消しプラスチックカードやコーティングされたボール紙のように平滑な表面の場合には、蓋然性は通常 10^{-20} 未満となった。このようにレーザースペckルの信号は、対象物それぞれにとってほぼ独自の「指紋」となる。それぞれの「指紋」は、約200~500バイトの記憶領域を必要とする。

既存の同一性認証法のほとんどは、偽造者にとって再現がむずかしい独自の製法(たとえばホログラムや安全インキ)に依存している。われわれの研究成果は、認証と追跡調査の新たな方法の導入に道を開くものである。必要とされるような高い精度で対象物の表面上の欠陥をコピーするための製法は発明されておらず、たとえ、この認証方法の発明者であ

っても、対象物の「指紋」に対する物理的攻撃はできないだろう。また、タグやチップ、インキを付加して保護対象物品を改変する必要がないため、この偽造防止対策は、秘密裏に行うことができる。また低価格で、容易に製法に組みこむことができ、この対策自体が攻撃を受ける心配もない。 ■

*ブラケット物理研究所(英)
†ダーラム大学(英)
‡シェフィールド大学(英)

1. Smith, J. R. & Sutherland, A. V. *Proc. AutoID'99, Workshop on Automatic Identification Advanced Technologies* 79-83 (IEEE, New York, 1999).
2. van Renesse, R. in *European Convention on Security and Detection* 45-49 (Institution of Electrical Engineers, London, 1995).
3. Indeck, R. S. & Glavinias, E. *IEEE Trans. Magn.* **29**, 4095-4097 (1993).
4. Pappu, R., Recht, B., Taylor, J. & Gershenfeld, N. *Science* **297**, 2026-2030 (2002).
5. Goodman, J. W. *Topics in Applied Physics: Laser Speckle and Related Phenomena* (ed. Dainty, J. C.) vol. 9 (Springer, Berlin, 1984).
6. Leonard, L. C. & Toal, V. *Opt. Lasers Eng.* **30**, 433-440 (1998).
7. Sjodahl, M. & Larsson, L. *Opt. Lasers Eng.* **42**, 193-201 (2004).
8. Seo, Y. B. *J. Pulp Paper Sci.* **25**, 321-325 (1999).
9. Briers, J. D., Richards, G. & He, X. W. *J. Biomed. Opt.* **4**, 164-175 (1999).