

静電気で反発した繊維

静電気

手を触れずにものを動かす

冬になるとバチバチする静電気はいやなものです。でも静電気は身近なところでいろいろな役に立っています。下敷きやプラスチックの定規をこすると紙切れを吸い付けたり、セーターを脱いだときに火花を飛ばす静電気とは何なのか、その正体を探ります。

動く電気と動かない電気

静電気とは、その名のとおり動かない電気という意味です。乾電池に豆電球をつないでスイッチを入れると、電流が流れて電球が光ります。このとき、回路の中では電流の向きと反対の方向に電子が動いています。これに対して静電気は、電子の動きがありません。

物質はさまざまな種類の原子が組み合わさってできています。原子はさらに、プラスの電気を持った陽子と、マイナスの電気を持った電子とで構成されています。普通の状態では、原子が持つプラスの電気の量とマイナスの電気の量は同じになっていて、バランスがとれています。けれども物質同士をこすり合わせると、マイナスの電気を持つ電子が原子から離れて別の原子にくっつくことがあります。

物質の種類によって電子の離れやすさ、くっつきやすさに差があるため、二種類の物質をこすり合わせると一方の物質にたくさんの電子が集まり、マイナスの電気が多くなります。そうすると、もう一方の物質はマイナスの電気が少なくなった分、プラスの電気が多い状態になります。例えば布と下敷きをこすりあわせたときは、電子が離れやすい布から下敷きへ移動します。このように移動したプラスやマイナスの電気がたまった状態を帯電といいます。

つまり静電気とは、移動した電子が動かない状態になっている電気なのです。

二つの物質をこすり合わせて静電気が起こるしくみ



静電気の性質

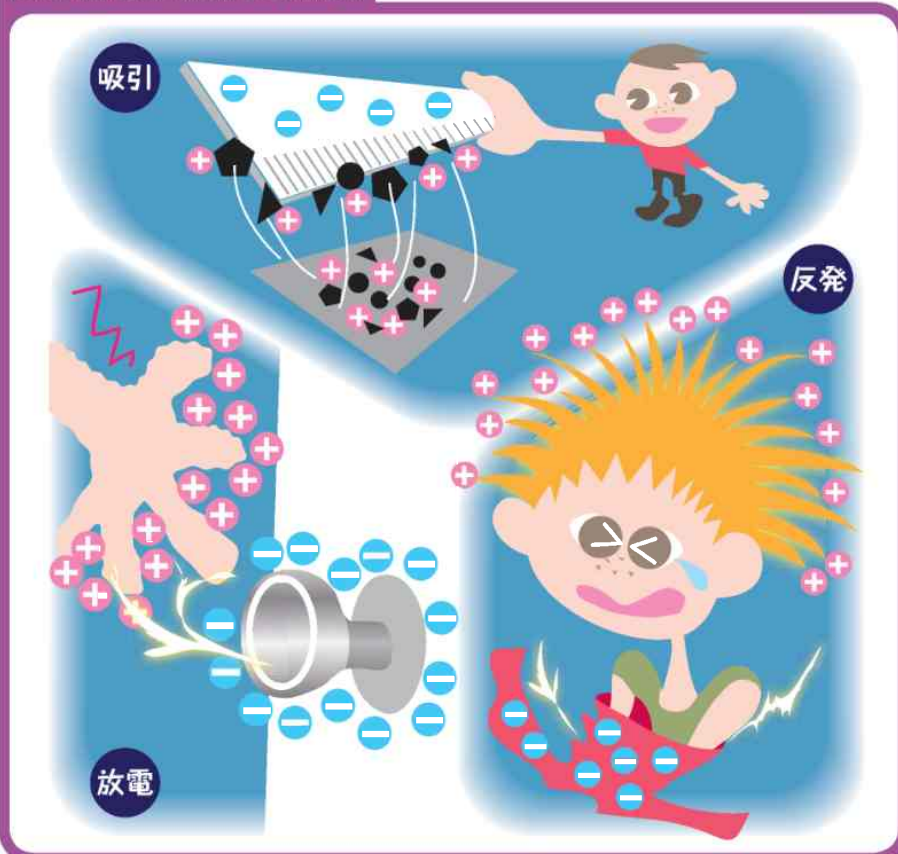
静電気は磁石のように、プラス同士、マイナス同士は反発し、プラスとマイナスとは引き付けあう性質を持っています。布でこすった下敷きが紙切れなどを引き付けるのは、下敷きにたまったマイナスの電気が、髪の毛や紙切れが持つプラスの電気を引き寄せるからです。また、冬にセーターを脱いだときに髪の毛が逆立つのは、人間の体にたまったマイナスの電気同士が反発しあうためです。

物質に静電気がたまると、電気が反発しあって物体の表面に広がります。この物質を他の物質に触れさせれば、電気はその物質にも広がろうとします。このとき、非常に多くの静電気がたまっていると、他の物質が近づいただけで電子が空中を飛び越えて移動してしまいます。これが放電で、冬場にセーターを脱いだときにパチッと音がするのは、放電がおきて火花が飛んでいるからです。暗いところでは火花が見えることがあります。また雷も、雲の中で水蒸気や氷の粒がぶつかり合ってできた静電気が、雲と雲、雲と地上の間で放電したものです。

Let's Research

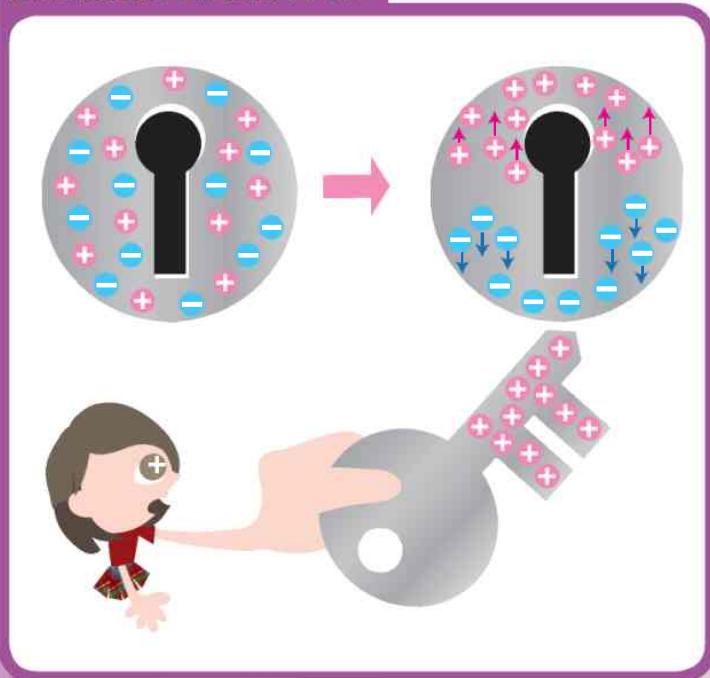
静電気でネオン管を点灯させてみよう。

反発する静電気、引き寄せあう静電気



離れている電気も動かす

離れた物質を動かす静電誘導のしくみ



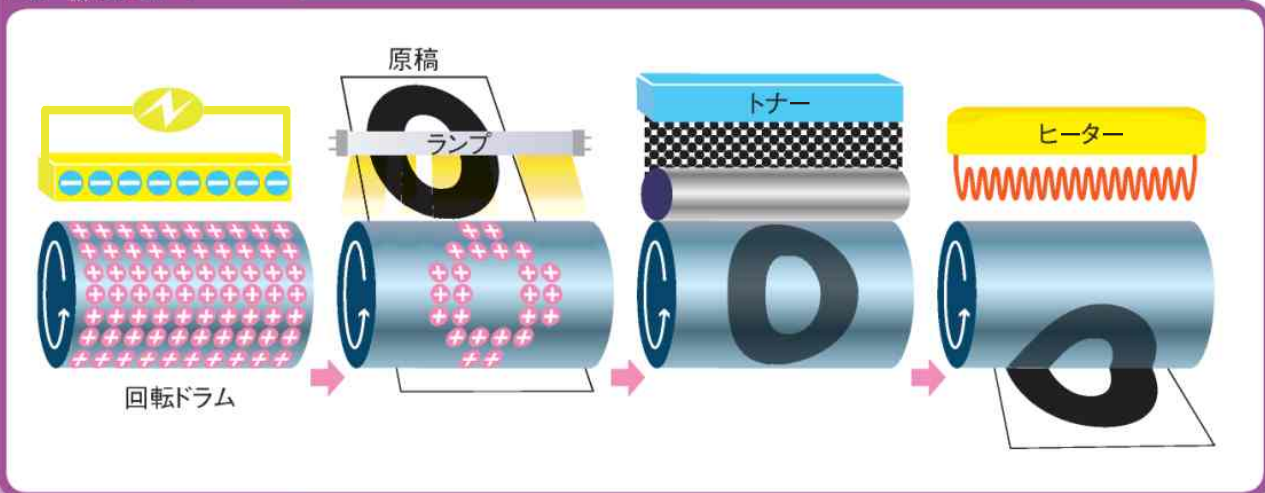
静電気にはもう一つ、離れた場所にある物質の電気を動かす性質があります。ある物質にプラスの電気を近づけると、物質のこちら側にはマイナスの電気が集まります。このとき物質の反対側には、プラスの電気が集まっています。このような性質を静電誘導と呼んでいます。

布でこすったプラスチックの定規を蛇口から細く流れ落ちる水に近づけると水が曲がりますが、このときに静電誘導が起きています。この力を利用することで、手をふれずにものを動かすことができます。

あちこちで使われている静電気

あまり人の役に立ちそうにない静電気ですが、実は私たちの身の回りのさまざまな場面に使われています。例えば学校やコンビニエンスストアなどに置かれているコピー機やパソコンで印刷をするレーザープリンタは、トナーと呼ばれる小さな粒状になったインクを使って文字や画像を描いています。機械の中にある円筒の表面に静電気で作った文字や絵の形を描いてトナーを近づけると、その部分にだけトナーがくっつきます。円筒を回転させて紙に押し付けて、画像を紙に移して熱を加えると、トナーが融けて紙からはなれなくなるのです。

コピー機のしくみ



Let's Research

静電誘導を利用したタッチパネルのしくみを調べよう。

自動車の内装材や家具を作る工場では、静電気を使って塗装をしています。粉状の塗料に静電気をかけて、塗りたいものには反対の種類の静電気をかけてやれば、静電気力で粉が塗りたい物の表面にくっつきます。あとはトナーと同じように、熱を加えて固めています。

この方法ならはげがつかない細かい部分や、スプレーが届かない裏側の部分にも一度に塗装できます。しかも塗料の無駄が少なく均一に塗れる利点があります。皆さんが学校で使っている机や椅子なども、ほとんどこの方法で塗装されています。同じしくみは、パン工場で焼き型に油を塗るためにも使われています。

また、家庭にあるエアコンや空気清浄機にも、静電気が使われています。フィルタの網目を素通りしてしまうような小さなホコリや花粉も、静電気を使うことで吸い付けて取り除くことができます。同じしくみは工場などから排出される煙やススに含まれる有害な物質の除去装置や、身近なところではほこりを吸い付けるブラシなどにも使われています。

高圧電源で静電気を発生させる

高津区にあるグリーンテクノは、静電気を発生するための高電圧電源を作っている日本で代表的な会社です。静電気には、電圧は高いけれど電流は小さいという特徴があります。例えば、セーターを脱いで火花が飛んだときの電圧は約3,000Vにも達しています。それなのに人間が触るとチクツとする程度ですむのは、流れる電流がごく小さいためです。

同社が開発した小型高電圧電源装置は、最大電圧10万Vを発生しますが、電流は80 μ A（マイクロアンペア、1 μ Aは1/1,000,000A）と小さいので安全性が高いのが特徴です。

グリーンテクノの高圧電源装置



静電気のハイテク応用

同社の電源装置はさまざまな用途に使われています。変わったところではナノファイバーと呼ばれる非常に細い合成繊維の製造があります。ナイロンなどの合成繊維は高温で溶けた原料の液体を小さなノズルから押し出すことで糸にしています。このとき圧力をかけて押し出すのではなく、静電気を使って材料を引き出すことで、直径が1~100nm(ナノメートル、1nmは1/1,000,000mm)という細い繊維を作ることが出来ます。皆さんの髪の毛の太さは約0.05mmと比べて、ナノファイバーがいかに細い糸かということが分かります。

こうして作られたナノファイバーは、宇宙開発や医療用の素材、水や空気を浄化するフィルタなどの用途で使われています。このほか、ピンセットなどでは触ることが難しい生物の細胞内にあるDNAの操作にも、静電気が利用されています。

身近なところでは現在、細かく砕いたペットボトルの破片に混ざったラベルを分別する装置の開発を、芝浦工業大学と共同で進めています。この装置は静電気を使って対象物を帯電させて、帯電のしやすさによって材質を分別しています。

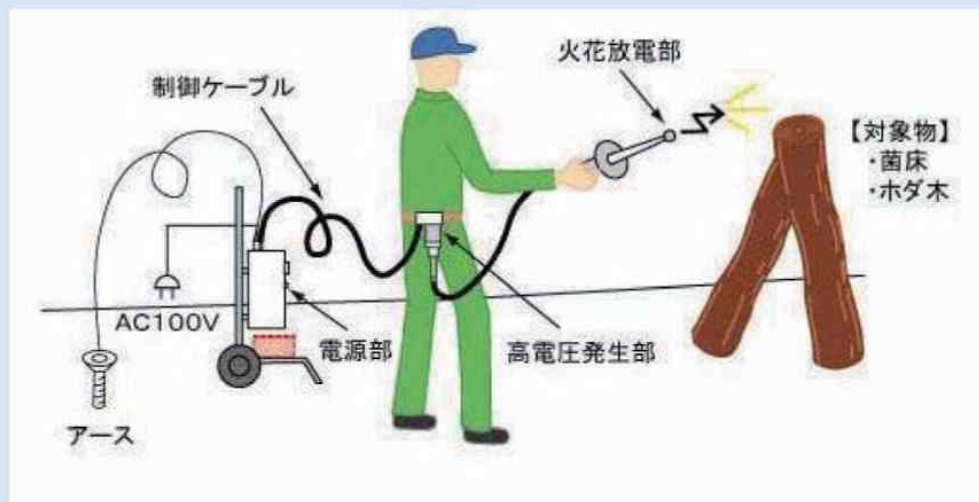
静電選別装置



コラム 静電気で起こした人工雷でキノコ増産

これは静電気そのものではありませんが、静電気で起こした人工の雷をキノコの菌を植えたホダ木や菌床にあてて、収穫を増やす研究が進んでいます。もともと全国に、「雷が鳴るとキノコが育つ」という言い伝えがありました。

その原理はまだ解明されていないものの、実際に5万Vの人工雷を使うことで、1.5~2.5倍の収穫が得られている例があります。今後研究が進めば、他の農作物への応用も可能になるかもしれません。

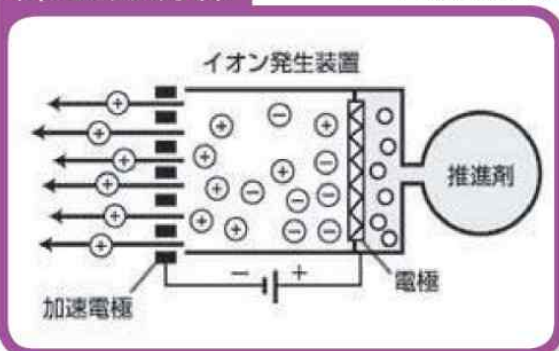


静電気の応用で宇宙を進んだ「はやぶさ」

2010年に7年に及ぶ小惑星探査のミッションを終えて地球に帰還した小惑星探査機「はやぶさ」に搭載されているイオンエンジンも、静電気の応用技術の一種です。ロケットの打ち上げに使用するエンジンは、液体や固体の燃料を燃やしたときに発生するガスを噴射して、その反作用を推進力にしています。それに対してイオンエンジンは、イオン化したガスが静電気によって加速する力を推進力にしています。イオンエンジンの推進力はとても小さいため、大きな力が必要な打ち上げには使えません。けれども、静電気を作るエネルギーは小さくてすむため、太陽電池と噴射用のガスがあれば、長時間噴射ができる特長があります。

イオンエンジンのしくみ

画像提供 JAXA



惑星探査機「はやぶさ」

イラスト：池下章裕



インタビュー 他社にはない技術で日本一に

株式会社グリーンテクノ
取締役 開発部長
山本 雅洋さん



以前はセメントメーカーで、空中にとんだ粉を集める集塵機しゅうじんきを開発していました。そのときに装置の試作を依頼したのが縁で、グリーンテクノに移ってきました。静電気を除去する装置を作る会社はたくさんありますが、静電気を作る装置は当社だけで、日本一の実績を持っています。静電気ですべてのことができるということをもっと世の中を知ってもらいたいですね。

株式会社グリーンテクノ
取締役 開発営業部次長
情野 正裕さん



子どもの頃からプラモデル作りが好きで、以前は携帯電話などを大量生産する前に1個だけ実物と同じ大きさの模型を作る「試作造形」の仕事をしていました。この会社に入るまでは静電気を専門に学んだことはなかったのですが、企業の依頼にあわせて機器を作るところなどに、いままでの経験も生きています。いろいろな機械を1点ずつ、ゼロから作りあげるのは楽しいですね。

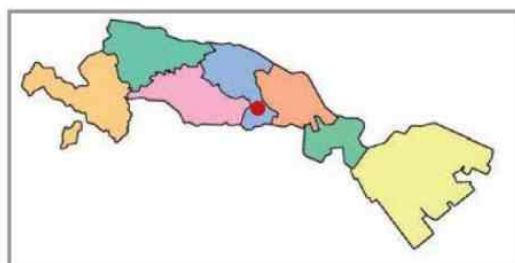
株式会社グリーンテクノ



場所：〒213-0023 川崎市高津区子母口 438

<http://www.greentechno.co.jp>

問い合わせ先：044(755)2431



More Information

静電気大学 (株式会社キーエンス)

<http://www.keyence.co.jp/req/h/at0kapo/show.jsp>

静電気の基礎知識や除電について調べて見よう。

小惑星探査機「はやぶさ」物語 (JAXA)

<http://spaceinfo.jaxa.jp/hayabusa/index.html>

<http://spaceinfo.jaxa.jp/hayabusa/about/principle2.html>

はやぶさに搭載されたイオンエンジンについて調べてみよう。

静電気で遊ぼう - 静電気の工作・実験 - (JAXA)

http://edu.jaxa.jp/materialDB/detail.php?material_id=78944

静電気を使った実験を紹介しています。

Keywords

次のキーワードを組み合わせ、インターネットの検索エンジンで調べてみよう。

帯電、荷電、放電、誘電、除電、アース、避雷針、シールド、絶縁体



音声認識と顔認証

安心・便利を守る キカイの目と耳

最近のデジタルカメラは、人に向けてだけで顔にピントを合わせてくれるから、とっても便利！ ケータイやカーナビだって、声で操作できるものがある。キカイには目も耳もないのに、どうやって人間の顔や声を認識しているのでしょうか。そのしくみを見てみましょう。

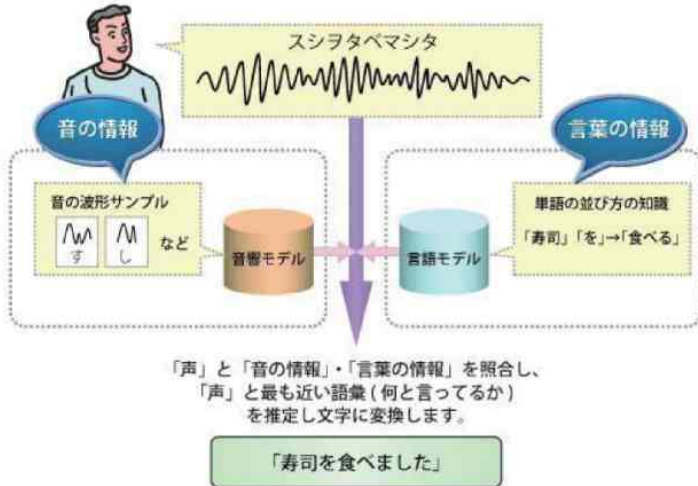
音声認識のしくみ

声は空気の振動なので、マイクを使って電気信号に変換します。得られた電気信号は波の形をしています。波の高さ（振幅）が音の大きさを、一定時間あたりの波の数（周波数）が音の高さを表しています。コンピュータは、この波の形

をあらかじめ登録されている単語などの音の見本『音響モデル』と比較し、単語の並びに変換していき、人間の言葉を認識しています。

このとき、単純に波形が似ている単語に変換するだけではなく、文法的な単語同士のつながりやすさも考慮しています。例えば、“物”を意味する単語の次には「は」や「が」並びやすい、といった統計のルールを集めた『言語モデル』によって、変換の精度を高めています。

音声認識とは

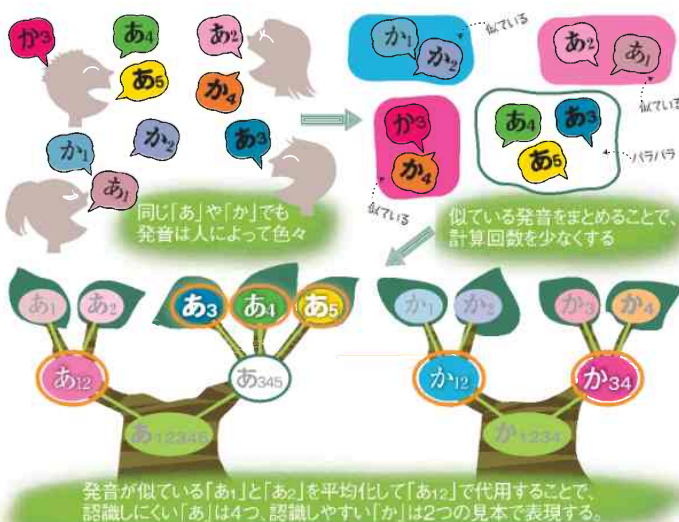


認識範囲を広げる技術

中原区に中央研究所がある日本電気（NEC）は、1960年代から音声認識の研究に取り組んできました。最初は“あ”“い”“う”などの単音の認識から研究を始め、単語、定型文、自由文、そして話し言葉へと、認識できる範囲を広げてきました。現在では、あらかじめ登録した人の声だけでなく、不特定の人の声を認識できるまでになりました。

さらに、音響モデルと言語モデルに加えて、『木構造音響モデル』を利用した計算処理により高い認識を実現しています。また、音響モデルや言語モデルをコンパクト化し翻訳技術と組み合わせることで、携帯電話機で使える日英・英日双方向の旅行会話自動通訳ソフトを2009年に開発しました。

木構造音響モデル



さまざまな用途で使われる音声認識

音声認識技術は、社会のさまざまな場面で使われています。例えば、重要な会議では、誰がどのような発言をしたかを記録して残す必要があります。従来は速記者と呼ばれる人が特殊なキーボードなどを使って文字を入力していましたが、現在ではコンピュータを使った音声認識で議事録を作ることができます。また、魚市場で競り売りをしているときは伝票を書いている暇がないため、声によるやり取りから自動的に伝票を入力するシステムが実用化されています。従来はメモをもとに競りが終わってから伝票を作っていましたが、その手間がなくなりました。身近なところでは、電話の自動応答システムや、携帯電話機の声によるアドレス帳の検索などにも使われています。

Let's Research

マイクが音声を電気信号にするしくみを調べてみよう。

音声認識の応用例



インタビュー コミュニケーションの手助けのために

音声による会話は人と人のコミュニケーションの基本です。音声技術はそれをよりいっそう豊かにしてくれるはずですが、世界中にはたくさんの言語があって、それぞれ独自の言葉を使っています。そこで多くの国の人と自由に話せる自動翻訳機の開発も進めています。学生時代から情報処理の研究をしていましたが、今はそのために言語学の勉強もしています。

NEC
情報・メディア
プロセッシング研究所
主任研究員
花沢 健さん



Let's Research

さまざまな『認証』の例と、その特徴を調べてみよう。

Let's Research

音声認証や顔認証がどこで役立っているのか調べてみよう。また、どんな場面で利用できそうなのか考えて話し合ってみよう。

アメリカでも評価された顔認証技術

顔認証は、あらかじめ登録した顔画像と認証させたい顔画像を比較することで、本人かどうかを判定する技術です。人の顔という生体情報を使っているので、印鑑やパスワードのように、なくしたり忘れてしまう心配がありません。

NECの顔認証技術では、2枚の顔画像の似ている部分に着目して比較するため、笑顔になったりメガネをかけたりひげが生えても、その影響を受けにくい特徴があります。また、1枚の画像から作成した顔の3次元データを利用して、照明や顔向きが変わっても正しく認識できます。

この顔認証技術は、2010年にアメリカの国立標準技術研究所で実施された評価テストにおいて、最も高い性能であると評価されました。

顔検出のしくみ

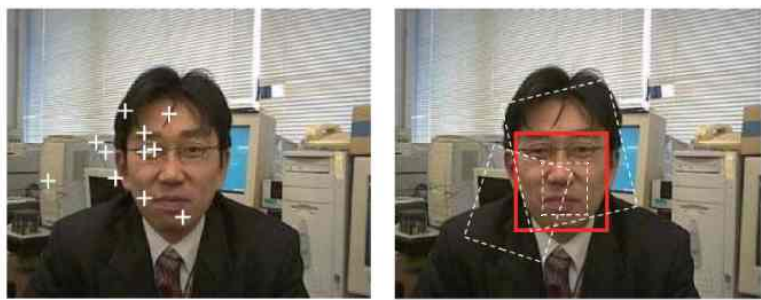
顔認証を行なうには、画像の中から顔がどこにあるか見つけることが必要です。この技術が顔検出です。

まず画像の中の目の候補となる位置を探します。具体的には、中心が黒くてその周りが白い、人間の目に似た場所が候補になります。それら目の候補の点の組

み合わせで決まる領域の中で、もっとも顔らしい場所を特定することで顔の位置を判断します。

しかしこれだけだと、偶然顔のように見える模様などを誤って人間の顔と判断してしまう可能性があります。そこで、人間の顔を表すデータをあらかじめ用意しておき、このデータと比較することで、検出の精度を高める工夫をしています。

顔検出技術



最初に眼の位置を検出して、顔の位置を判断します。

コラム なりすましを防ぐ生体認証

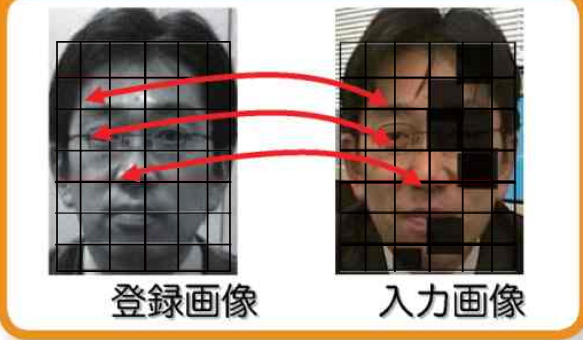
銀行に預けたお金や携帯電話に入ったアドレス帳などの、大切なものや情報は、暗証番号やパスワードで守られています。そのような、あらかじめ登録しておいた、本人しか知らない数字や文などを利用して、本人であることを確認するしくみが『認証』です。

生年月日などの覚えやすい数字をパスワードにしていると、他人に推測されてしまう可能性があります。

パスワードを長くすれば推測されにくくなりますが、覚えるのが大変です。また印鑑は、落としたり盗まれたりするかもしれません。そこで、人間の身体の特徴を認証に使う生体認証が考えだされました。

人間の身体は一人ひとり違って、全く同じ人間は二人と存在しません。指紋や顔、声、瞳の虹彩などの特徴が、他人にはまねのできないパスワードになるのです。生体認証ならば、複雑なパスワードを覚えたり、いくつも鍵を持ち歩く必要もなくなります。

NECの顔認証技術の特徴①



画像を分割して、似ている部分を探します。

NECの顔認証技術の特徴②



1枚の画像から3次元のデータを作り出して認証に利用します。

実用が進む顔認証技術

大阪にあるユニバーサル・スタジオ・ジャパン®では、年間スタジオ・パスの所有者を確認するためにこの顔認証技術が使われています。また、香港の入国管理局では、過去に偽造パスポートで入国したことがないかを調べるために使われています。

顔認証技術が組み込まれている携帯電話では、他人が拾ったとしても本人の顔でないと使えないといったセキュリティ機能として活かされています。現在の顔認証技術は160万人の中から1人を特定できたり、年齢を重ねて多少顔立ちが変わっても正しく本人と認識できたりするほどの精度が実現されています。

顔認証技術の例



© & ® Universal Studios. All rights reserved. CR11-0198

インタビュー 世界一の技術を目指して

子どもの頃から数学やパズルが好きで、大学ではさまざまな物理的な現象を数学的に説明付ける統計物理学を勉強しました。この経験が今、顔認識技術の研究開発に役立っています。なかなか成果が出ないときはつらいのですが、世界一だと評価されたり、開発した技術が空港の入出国管理ゲートや携帯電話機に使われているのを見たりすると、やっぱりうれしいですね。

NEC
情報・メディア
プロセッシング研究所
主任研究員
今岡 仁さん



NEC 中央研究所



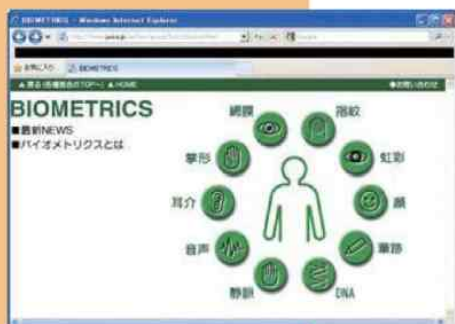
場所：〒211-8666 川崎市中原区下沼部 1753

<http://www.nec.co.jp/rd/>

問い合わせ先：044-431-7044



More Information



音声認識技術のしくみ (NEC)

<http://www.nec.co.jp/vsol/overview.html>

映像理解技術 (NEC)

<http://www.nec.co.jp/rd/media/image.html>

NEC の指紋認証技術 (NEC)

<http://www.nec.co.jp/pid/technology/index.html>

やさしい技術講座 (富士通研究所)

<http://jp.fujitsu.com/labs/techinfo/techguide/>

手のひら静脈認証や手書きの文字の認識、指紋認証技術など、さまざまな技術を解説しています。

バイオメトリクス (社団法人 日本自動認識システム協会)

<http://www.jaisa.jp/action/group/bio/shoukai.html>

虹彩認証やDNA 認証など、いろいろな生体認証について調べてみよう。

てくのろじい解体新書 音声合成技術 (東芝)

http://kagakukan.toshiba.co.jp/manabu/sci_tech/kaitai/voice_j.pdf

音声合成技術について調べてみよう。

Keywords

次のキーワードを組み合わせ、インターネットの検索エンジンで調べてみよう。
パスワード、暗号化、生体認証 (バイオメトリクス)、パターン認識、アルゴリズム、
A/D 変換、閾値^{いきち}