

Magnetsensor für schnelleres Bremsen

Schnell und zuverlässig müssen elektronische Bremsen den kleinsten Fußdruck auf das Pedal in ein elektrisches Signal umwandeln können. Heutzutage wird dazu über eine aufwändige Mechanik eine Scheibe verdreht, deren Winkelgeschwindigkeit mehrere Mag-



Die genaue Position eines Bremspedals oder eines Joysticks lässt sich mithilfe eines neuen Sensors direkt bestimmen. (Foto: FHG)

netfeldsensoren messen. Günstiger, schneller und zuverlässiger lässt sich das elektrische Bremssignal nun mit einer neuen Magnetsonde gewinnen, die Änderungen eines Magnetfeldes in allen drei Raumdimensionen misst. Forscher um Hans-Peter Hohe am Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen setzten dazu drei Magnetfeldsonden auf einen winzigen Chip, der die lineare Bewegung des Bremspedals direkt in ein verwertbares Spannungssignal umwandelt.

Mit einem Auflösungsvermögen von bis zu einem Mikrotelsa lassen sich so Winkelveränderungen von rund einem Zehntel Grad messen. Den Kern des 3D-Sensorchips bilden drei n-dotierte Siliziumplättchen mit 5 μm Dicke und 100 μm Kantenlänge. Jeweils 90 Grad zueinander versetzt reagieren die Plättchen auf die Auslenkung in je einer Raumrichtung. Beim Druck auf das Bremspedal bewegt sich der Chip durch ein inhomogenes Magnetfeld (1–100 mT) eines Permanentmagneten. Mithilfe des Hall-Effekts lassen sich alle drei Komponenten des Magnetfeldes messen. Dazu fließt ein Strom von rund einem Milliampere von einer Längsseite jedes Si-Plättchens zur gegenüber liegenden Seite. Durch die Änderung des Magnetfeldes relativ zur flachen Seite jedes Plättchens werden die Elektronen seitlich abgelenkt, sodass sich in der Mitte

der anderen beiden Längskanten eine Spannung im Mikrovoltbereich abgreifen lässt. Aus diesen Signalen ergibt sich die aktuelle Position des Pedals direkt, ohne mechanische Umwege.

Obwohl dieser Sensor rund doppelt so schnell reagiert wie bisher verwendete Magnetfeldsonden, sieht Hohe die Hauptvorteile in der Zuverlässigkeit und der möglichen Kostenersparnis. Denn sein 3D-Magnetsensor lässt sich günstig mit Standard-Lithographie-Verfahren auf einen Chip bannen. Der Automobilkonzern BMW testet bereits das kleine Modul, und auch Hersteller von Produktionsmaschinen und Haushaltsgeräten zeigen sich interessiert.

Brennstoffzelle ohne Membran

Als Herzstück jeder Brennstoffzelle gilt heute die Membran, die das Mischen von Wasserstoff und Sauerstoff verhindert. Denn erst wenn der Wasserstoff an der Anode seine Elektronen abgegeben hat, sollen ausschließlich die dabei entstandenen Protonen durch diese Trennwand gelangen, um sich mit den Sauerstoffionen auf der anderen Seite an der Kathode zu Wasser zu verbinden.

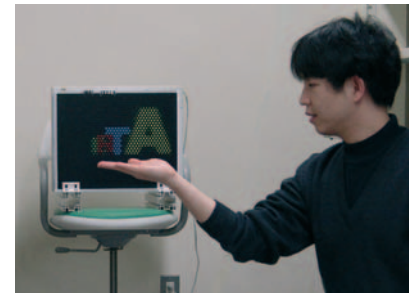
Das Team um Paul Kenis von der University of Illinois hat nun jedoch einen Prototyp für eine winzige membranlose Brennstoffzelle entwickelt.¹⁾ Laminare Strömungen gewährleisten dabei die Trennung von Methanol als Wasserstoff-Lieferant und mit Sauerstoff gesättigtem Wasser als Oxidationsmittel. Über einen Y-förmigen Einlasskanal fließen beide Flüssigkeiten in ein maximal ein Millimeter breites Röhrchen, in dem sie sich aufgrund der Oberflächenspannung nicht vermischen. Das Methanol gibt an der mit einem Katalysator beschichteten Anode Elektronen ab und setzt Protonen frei, die senkrecht zur Strömung in das angereicherte Wasser diffundieren. An der Kathode verbinden sie sich mit Sauerstoffionen zu Wasser. Parallel wandern die Elektronen über einen elektrischen Kontakt von Anode zur Kathode und lassen so einen schwachen Strom fließen.

Die Effizienz der Brennstoffzelle liegt derzeit noch deutlich unter 20 Watt und ist daher noch nicht konkurrenzfähig zu konventionellen Zellen. Da sich die Zelle selbst

wegen der für laminare Strömungen notwendigen kleinen Dimensionen nicht vergrößern lässt, liegt eine Bündelung von vielen Zellen nahe. Gelingt dies, sieht Kenis wesentliche Vorteile in seinem Konzept, da Membranen einerseits bis zu 40 Prozent der Produktionskosten für Methanol betriebene Brennstoffzellen ausmachen und andererseits eine beschränkte Lebensdauer haben.

Tiefer 3D-Blick ohne Brille

Bis zu fünf Meter ragt das Abbild eines Buchstabens in den Raum hinein. Je nach Position lässt sich diese Projektion dreidimensional aus vielen Blickwinkeln ohne Hilfsmittel wie einer 3D-Brille betrachten. Damit stellen japanische Forscher von der Universität Tokyo einen neuen Rekord an Tiefenwirkung von Bildschirmen auf.²⁾ Mithilfe der „Integralen Fotografie“ bannten sie die Bilddaten für das virtuelle 3D-Bild auf eine Folie aus Diafilm. Von hinten durchleuchtet wird kein flaches Bild auf eine Leinwand geworfen, sondern das Objekt erscheint quasi im Raum schwebend.



Dieses Display erlaubt eine dreidimensionale Darstellung, ohne dass der Betrachter eine spezielle 3D-Brille bräuchte. (Foto: U Tokyo)

Möglich wird dies durch ein Areal aus 35 je 6 mm kleinen Konvexlinsen, das unmittelbar vor dem Diafilm sitzt. Hinter jeder einzelnen Linse befindet sich eine andere Variation des Bildes mit einer Auflösung von 256 auf 192 Bildpunkten. Schaut der Betrachter nun von vorne auf das Display, erkennt er die Summe der 35 durch die Linsen projizierten Einzelbilder als räumliches Abbild. Je nach Blickwinkel verändert sich die Überlagerung der Einzelbilder, sodass quasi ein Herumgehen um das Bild möglich wird.

Das Aufnahmeverfahren nutzt ebenfalls das Linsenareal. Ausgehend von einem digitalisierten Objektbild, im Foto ein Buchstabe, be-

1) E. R. Choban et al., Journal of Power Sources 128, 54 (2004)

2) Hongen Liao et al., Optics Letters, 30, 613 (2005)

rechnet ein Computer auf der Basis von komplexen Algorithmen für die Strahlengänge für jede Linse ein anderes Bild. Diese Bilder werden mithilfe eines Projektors und einer speziellen Verschlussoptik sukzessive auf die Abschnitte des Diafilms belichtet, die den jeweiligen Linsen entsprechen. Nach 35 Belichtungen ist das 3D-Bild auf dem Diafilm komplett.

Als Alternative zu dem Positivfilm arbeiten die Forscher an einer Variante mit einem Flachbildschirm, auf den der Rechner direkt das für jede Linse jeweils passende Bild einspeist. Damit könnte diese „Integrale Fotografie“ auch für bewegte 3D-Bilder weiterentwickelt werden. Anwendungen sehen die Wissenschaftler bei Computerspielen in dreidimensionalen Welten und in der räumlichen Visualisierung von komplexen Biomolekülen oder technischen Prototypen.

1000 Mbit/s via Handy?

Noch hat der Mobilfunkstandard UMTS mit seinen Datenraten von gut einem Drittel Megabit pro Sekunde (0,384 Mbit/s), Serviceangeboten wie Videotelefonie oder Musikclips seinen Weg in den Massenmarkt nicht gefunden, geschweige dass auch nur Bruchteile der Milliarden an Lizenz- und Infrastrukturkosten wieder eingespielt sind. Dennoch arbeiten europäische Nachrichtentechniker im Rahmen des WINNER-Projektes (Wireless World Initiative New Radio) bereits an der nächsten, der 4. Generation mobiler Kommunikation – kurz 4G – mit Übertragungsraten von bis zu 1000 Mbit/s.

Während UMTS Bänder zwischen 2 und 2,2 GHz nutzt, schauen für 4G 38 Firmen und Institute unter der Projektleitung von Siemens auf den Frequenzbereich oberhalb von 2,4 GHz. Mit zwei noch Kühlschrank großen Prototypen für ein 4G-Handy erreichten Forscher vom Centre for Wireless Communication (CWC) an der finnischen Universität Oulu bereits Datenraten von 50 Mbit/s über eine Entfernung von 250 Metern. Der Schlüssel zur höheren Datenrate liegt in der parallelen Nutzung von mehreren Frequenzkanälen. Bis zu acht Antennen pro Basisstation teilen so einen rund 100 MHz breiten Bereich unter sich auf. Neben dieser „Multiple Input, Multiple Output“-

Technik (MIMO) können die Kanäle in einem weiteren Schritt durch ein Mehrträgerverfahren (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing) in viele gleichzeitig sendende Subkanäle aufgespalten werden. Anstatt einen einzelnen Träger wie bei den derzeitigen Mobilfunktechniken zu modulieren, werden die digitalen Daten über



Noch ist dieser Prototyp für den Mobilfunk der vierten Generation groß wie ein Kühlschrank, aber Übertragungsraten von 50 Mbit/s wurden damit schon erreicht. (Foto: J.-O. Löffken)

Tausende phasen- und amplitudenmodulierte Träger gleichzeitig gesendet. Dieses Mehrträgerverfahren wird bei festen DSL-Verbindungen und digitalem Fernsehen (DVB, Digital Video Broadcasting) bereits genutzt. Aktuell laufen Versuche zu OFDM über Funkstrecken am Vodafone-Lehrstuhl der TU Dresden.

Noch bevor sich die Mobilfunkentwickler weltweit auf einen 4G-Standard für Frequenzbereich und Übertragungstechnik geeinigt haben, tüfteln die Forscher an einem weiteren, wichtigen Vorteil: In so genannten Relais-Netzwerken kann prinzipiell jedes Handy und jede Funkkarte in einem Laptop selbst als weitere Sendestation dienen. Ohne starre Infrastruktur ließe könnten die 4G-Nutzer die Abdeckung des Netzes Stück für Stück dynamisch erweitern. Wird ein 4G-Gerät abgeschaltet, können die Daten automatisch wie im verkabelten Internet eine neue Route suchen.

Noch passen die für das zeitgleiche Senden und Empfangen auf zahlreichen Kanälen benötigten Rechenkapazitäten in kein Handy. Angesichts der Steigerungsraten in der Chipindustrie sollten bis zur möglichen Einführung von 4G Mitte des kommenden Jahrzehnts aber kleine, mobile Geräte verfügbar sein.

JAN OLIVER LÖFKEN