Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin
Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung
Band: - (1998)
Heft: 38

Artikel: Mini-Sensoren steuern Autos
Autor: Heinzelmann, Elsbeth
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-967753

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

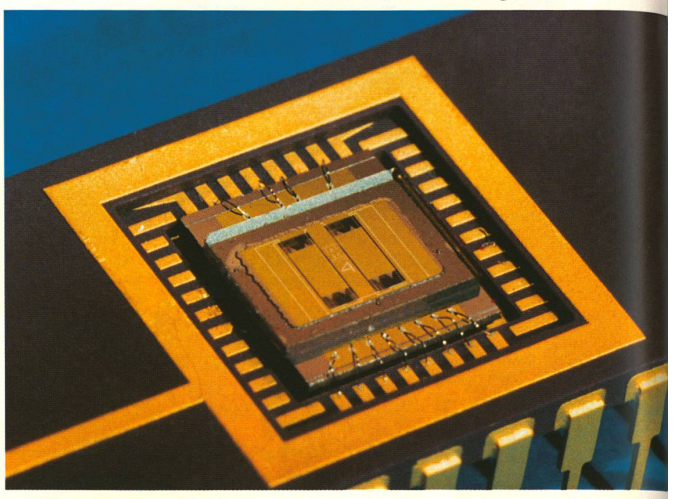
Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mini-Sensoren steuern Autos



Prototyp eines Mikrosensors für die Winkelgeschwindigkeitsmessung: Die Testmassen sind 2000 x 1000 x 360 Kubik-Mikrometer gross.

VON ELSBETH HEINZELMANN
FOTOS UNIVERSITÄT NEUENBURG

Ein auf kleinsten Sensoren basierendes Navigationssystem für Autos könnte den Strassenverkehr der Zukunft revolutionieren. Ein französisch-schweizerisches Forschungsteam hat dafür eine vielversprechende und kostengünstige Lösung entwickelt.

Mikrotechnik ist aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken, ob es sich um ein Innenohrimplantat für Schwerhörige, einen cleveren Feuermelder oder ein mit einem Mikrochip ansteuerbares Haushaltgerät handelt. Die Technologie, verschiedenste Funktionen auf einem winzigen Chip unterzubringen und diesen in Massenfertigung herzustellen, macht Geräte immer kleiner, billiger und leistungsfähiger. Damit aus mikrotechnischen Komponenten nützliche Anwendungen entstehen, braucht es Forschende, welche die Grenzen des Machbaren stets neu ausloten.

Die Mikrotechnik vereinigt verschiedenste wissenschaftliche Richtungen. Um hier neue Erkenntnisse zu erarbeiten, sind interdisziplinäre Teams nötig, die grenzüberschreitend zusammenspannen. Für eine solche Kooperation steht das Projet international de coopération scientifique (PICS), an welchem Mikrotechnik-Fachleute aus Frankreich und der Schweiz beteiligt sind. Eines der Projekte, an dem das grenzüberschreitende Team intensiv gearbeitet hat, ist ein Navigationssystem für Autos, das auf miniaturisierten Sensoren basiert. Worum geht es bei dieser Anwendung?

Grosses Potenzial im Autoverkehr

Grundlage der meisten heutigen Navigationshilfen ist das Global Positioning System (GPS), ein militärisches Satellitennavigationssystem aus den USA, das immer mehr auch für zivile Ortungsaufgaben zu Land, Luft und Wasser dient. Es nutzt Satellitensignale, um für einen Standort Längen- und Breitengrad sowie die Höhe über Meer zu bestimmen. GPS ist wichtig in der Handelsschifffahrt, im Flugverkehr und für die Vermessung, wird aber auch für Freizeitaktivitäten wie das Segeln verwendet.

Ein grosses Potenzial dieses Systems steckt in der Verkehrsnavigation für Autos. Hier werden GPS-Daten, Bewegungssensoren und auf CD-ROM gespeicherte Strassenkarten kombiniert. Hauptprobleme der heute erhältlichen Systeme sind der hohe Preis und ihre komplexe Montage im Fahrzeug.

Ziel des Projekts war es deshalb, mit den Techniken der Mikrofabrikation ein kostengünstiges System herzustellen, das durch integrierte Sensoren zur Messung von Beschleunigung und Winkelgeschwindigkeit die System- und Montagekosten reduziert und die Präzision der Signale verbessert. Mit von der Partie sind auf Schweizer Seite das Insti-

tut für Mikrotechnik der Universität Neuenburg mit der Gruppe SAMLAB von Professor Nico F. de Rooij, spezialisiert auf Sensoren, Aktoren und Mikrosysteme, und mit jener von Professor Fausto Pellandini, Experten für Elektronik und Signalverarbeitung, sowie das Institut für Mikrosysteme (Prof. Philippe Renaud) der ETH Lausanne, auf französischer Seite das Laboratoire de physique et métrologie des oscillateurs am Centre national de recherche scientifique (CNRS) in Besançon.

Ein Forschungs-Puzzle

Das Projekt setzte sich aus mehreren Aufgabenbereichen zusammen. Das SAMLAB kümmerte sich um den Sensor zur Messung der Winkelgeschwindigkeit. Der aus Silizium gefertigte Sensor besteht aus zwei an dünnen Bälkchen aufgehängten Massen, die gegenphasig in Schwingung gebracht werden. Während einer Drehung des Sensors schwingen die beiden Massen nicht mehr in einer Ebene: Ihr Schwerpunkt folgt unter dem Einfluss der Coriolis-Kraft der Form einer Ellipse. Dabei handelt es sich um eine nach ihrem Entdecker, dem französischen Mathematiker Gaspard Gustave Coriolis (1792–1843), benannte Trägheitskraft, die in einem sich bewegenden Körper, der gedreht wird, senkrecht zur Bewegungsebene ablenkt. Die auf der Aufhängung angebrachten piezoresistiven Widerstände erlauben es, die Auslenkung zu messen. Da das Bauteil sehr klein ist, fällt auch das Signal entsprechend gering aus: einige wenige Mikrovolt. Sensorfehler wie Rauschen und Offset müssen nun mit komplexer Signalverarbeitung reduziert werden.

Die französischen Labors steuerten die Beschleunigungssensoren bei, die ebenfalls aus Silizium gefertigt sind. Jeder Sensor besteht aus einer seismischen Masse, aufgehängt an vier dünnen Bälkchen, jedes 11 Mikrometer breit. Als Novum fügten die Forscher nicht drei Beschleunigungsmesser – entsprechend den drei Freiheitsgraden – aneinander, sondern realisierten sie auf demselben Chip: Sie lassen sich daher gleichzeitig und damit rationell fertigen.

Um die einzelnen Sensoren und ihr Verhalten im Gesamtsystem schon vor der Konstruktion auf Herz und Nieren zu prüfen, entwickelten die Mikrosystemtechniker der ETH Lausanne Simulationen mit der sogenannten Finite-Element-Methode (FEM). Dabei wird das grafische Modell des Objekts mit einem Netz kleiner Elemente überzogen, um diese kleinen Volumen leichter berechnen zu können. Mit FEM können Bauteile in der Konzeptionsphase, bevor sie physikalisch entstanden sind, auf ihr Verhalten unter späteren Einsatzbedingungen untersucht und optimiert werden. Damit können Entwicklungszeiten verkürzt, Kosten reduziert sowie Material und Ressourcen geschont werden.

Vom Sensor zum System

Ein heikles Unterfangen ist in einem Navigationssystem die Signalverarbeitung, denn sie muss aus den gemessenen Sensorwerten die Position und Orientierung eines Autos errechnen. Wie viele Sensoren sind nötig? Wo muss man sie platzieren, um die Geschwindigkeit und den durchlaufenen Weg zu ermitteln? Wie lassen sich externe Quellen wie die Satellitendaten integrieren? Mit dieser Knacknuss beschäftigte sich am Institut für Mikrotechnik an der Universität Neuenburg die Elektroingenieurin Catherine Marselli. Für die Französin hat das Forschungsprojekt in der Mikrotechnik Pioniercharakter: «Die Idee, in einem Navigationssystem für Autos Mikrosensoren für Beschleunigung und Winkelgeschwindigkeit zu kombinieren, ist vielversprechend. Zudem erschliesst die Fabrikation des Sensors für Winkelgeschwindigkeit aus dem preiswerten Silizium – statt wie bisher aus kostspieligem Quarz – industrielle Anwendungen auf breiter Ebene.»

Dank ihrer engen Kooperation, mit stetem elektronischem Briefwechsel und regelmässigen Treffen, haben die Projektpartner aus Frankreich und der Schweiz ein sehr komplexes, aber realitätsnahes System geschaffen. Nun wäre es Sache der Industrie, ihre Ideen aufzugreifen und zur Marktreife zu bringen. ■

PICS

Grenzüberschreitende Zusammenarbeit

Noch während der Physiker Marcel Ecabert, Direktor der Schweizerischen Stiftung für mikrotechnische Forschung in Neuenburg, und der Chef des französischen Instituts für Mikrotechnik in Besançon Pläne für ein französisch-schweizerisches Mikrotechnik-Projekt in einem EU-Programm schmiedeten, zerschlug das Schweizer Nein zum EWR am 6. Dezember 1992 ihre gemeinsame Vision. Doch statt die Flinte ins Korn zu werfen, suchten die beiden Forscher umgehend nach einer anderen Möglichkeit und stiessen auf PICS, eine französische Initiative zur grenzüberschreitenden Zusammenarbeit von Wissenschaftern in einem wirtschaftlich und gesellschaftlich nützlichen Projekt.

Mit einem klaren Forschungskonzept wandte sich Ecabert an den Nationalfonds, wo das Beitragsgesuch der ungewöhnlichen Equipe aus Professoren, Doktorandinnen und Doktoranden schweizerischer und französischer Nationalität geprüft wurde und Zustimmung fand. Neben einem Navigations-Mikrosystem für Autos (siehe Hauptartikel) wurde in Zusammenarbeit zwischen der ETH Lausanne und der Universität Besançon ein Mikromanipulator für die automatisierte Montage von Lichtleitern entwickelt. Positiv auch der Effekt auf die Lehre: Heute werden PICS-Doktorarbeiten in Mikrotechnik von den Universitäten Neuenburg und Besançon gegenseitig anerkannt.