

JNRR'09 - Session : Méso-robotique et micro-robotique

1. « Micro-robotique pour composants micrométriques : les challenges pour leur manipulation et assemblage » Prof. Philippe Lutz

Institut FEMTO-ST, UMR CNRS 6174/UFC/ENSMM/UTBM, <http://www.femto-st.fr/>, France

Résumé :

La miniaturisation de nombreux produits manufacturés est une réalité et ce processus s'accroît. Ceci conduit la communauté scientifique à proposer des systèmes de production permettant de fabriquer des systèmes hybrides, c'est-à-dire dont les composants proviennent de plusieurs processus de fabrication ou de microfabrication, et ayant des structures 3D complexes afin d'intégrer plusieurs fonctions dans des volumes les plus réduits possibles. Le micro-assemblage réalisé avec des systèmes micro-robotiques est une réponse pertinente à ce besoin de produits micromécatroniques.

Partant d'une présentation des principaux acteurs de recherche à travers le monde, on peut constater que la mise en œuvre réelle de systèmes pour manipuler et assembler de façon automatisée (ou en partie) des composants sous-millimétriques reste un véritable challenge si l'on veut cumuler des propriétés de haute précision, de fiabilité, de productivité et de flexibilité. La volonté d'association de ces propriétés a conduit à l'étude de plusieurs stratégies de conception et de pilotage de stations ou de structures micro-robotiques élémentaires ; ces stratégies visent par exemple une modularité très poussée, ou l'association de la micro-robotique et du "self assembly", ... Egalement, l'étude des fonctions périphériques à l'assemblage ou à la manipulation dans les stations elle-même a été menée, par exemple les moyens d'alimentation en microcomposants variés. Bien que de nombreuses briques, sur les structures micro-robotiques et sur leur commande associée, soient maintenant disponibles, des stations micro-robotiques automatisées et finalisées les intégrant restent confidentielles. Cependant, l'implication de plus en plus forte de grands groupes industriels Européens (Philips, FESTO, BOSCH, FEINTOOL, etc.) ou encore l'émergence de plusieurs start-ups montre que l'assemblage de composants de taille sous-millimétrique est un enjeu sociétal pour les années qui viennent.

D'autre part, l'étude des forces en présence nous a montré que les 100 μm représentent une barrière pour la manipulation et l'assemblage de microcomposants. En effet, sous cette taille, l'automatisation conduit à des difficultés scientifiques fortes pour atteindre les niveaux requis de précision, de fiabilité, de sensibilité, de détection, ... Le passage sous les 10 μm représente encore une nouvelle étape à franchir du fait notamment de la nécessité d'utiliser des moyens de microscopie sous vide pour visualiser les objets à manipuler ou assembler. Que ce soit pour la manipulation de nanotubes de carbone, de lamelles d'échantillons pour la microscopie à transmission ou encore de cellules biologiques, le besoin est de plus en plus pressant pour certains laboratoires de la recherche publique ou privé. Quelques exemples seront donnés ainsi que des solutions envisagées.

Biographie :

Philippe Lutz est Professeur à l'Université de Franche Comté depuis 2002. Il est actuellement responsable de l'équipe de recherche "Systèmes Automatisés de Micromanipulation et de Microassemblage" (SAMMI), au département AS2M de FEMTO-ST. Ses activités de recherche sont focalisées sur la conception et le contrôle de systèmes micromécatroniques. Il est membre de plusieurs "steering committee" de conférences internationales, a été président du workshop International sur les Microfactories (IWMF 2006), est membre du "technical committee" on Micro/Nano Robotics and Automation de l'IEEE Robotics and Automation society, et est éditeur-associé du Journal of Micro/Nano-Mechatronics. Il enseigne au niveau master la conception de systèmes mécatroniques, de systèmes de production et l'automatique.

Il a été diplômé de l'Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques (ENSMM) en 1990 et a obtenu le Doctorat de l'Université de Franche Comté en spécialité Automatique et Informatique en 1994. Il a été Maître de Conférences à l'INSA de Strasbourg (ex-ENSAIS) de 1994 à 2002 où il a piloté des activités pédagogiques sur la mécatronique et développé des recherches dans le domaine des théories de résolution de problèmes.

2. « Magnetic and Bacteria Actuated Micron Scale Mobile Robots »

Prof. Metin Sitti

Carnegie Mellon University, <http://nanolab.me.cmu.edu>, USA

Résumé :

Miniature mobile robots have the unique capability of accessing to small spaces and scales directly. Due to their small size and small-scale physics and dynamics, they could be agile and portable, and could be inexpensive and in large numbers if they are mass-produced. They would have applications in the fields of mobile sensor networks, environmental monitoring, health-care, inspection, space, security, entertainment, and education. In this talk, mobile robots down to tens or hundreds of micrometers size are investigated. Going down to such size scales, significant challenges are micron scale actuation and powering. As two alternative approaches, first, external powering and actuation are used to move permanent magnet 100 micron scale robot bodies on planar surfaces in air or in liquid in 2-D. Multiple micro-robots are controlled in a coordinated fashion using top-view visual feedback and localized electrostatic traps. These robots can push micron scale objects to assemble them. As the next approach, cells are utilized as actuators while the chemical energy in the liquid environment provides the energy source. Attaching bacteria to micron scale synthetic micro-robot surfaces, robotic bodies are propelled in stagnant liquids. Randomly attached bacteria are shown to propel 10 micron diameter polystyrene beads at an average speed of 15 $\mu\text{m}/\text{sec}$ stochastically. Stop-and-go propulsion control of bacteria attached beads is demonstrated using chemical stimulus where heavy metal copper ions hinder their propulsion while EDTA resumes their motion. To improve their speed and direction performance, bacteria are attached to patterned areas only using micro/nano-patterning methods. Navigation control of single and large number of such hybrid micro-robots is the current challenge.

Biographie :

Metin Sitti received the BSc and MSc degrees in electrical and electronics engineering from Bogazici University, Istanbul, Turkey, in 1992 and 1994, respectively, and the PhD degree in electrical engineering from the University of Tokyo, Tokyo, Japan, in 1999. He was a research scientist in the Department of Electrical Engineering and Computer Sciences, University of California at Berkeley during 1999-2002. He is currently an associate professor in the Department of Mechanical Engineering and Robotics Institute at Carnegie Mellon. He is the director of the NanoRobotics Laboratory. His research interests include miniature mobile robots, bio-inspired micro/nanosystems, and micro/nanoscale manipulation and manufacturing systems. He has been appointed as the Adamson Career Faculty Fellow in 2007. He received the National Science Foundation CAREER award in 2005. He was elected as the Distinguished Lecturer of the IEEE Robotics and Automation Society for 2006-2008. He has many best paper and best video awards in major robotics conferences. He is the Vice President of the Technical Activities in the IEEE Nanotechnology Council for 2008-2010, and he is the co-editor-in-chief of Journal of Micro/Nano-Mechatronics and an associate editor for the IEEE Trans. on Robotics.