

2013-2014

Cycle Ingénieur, 1ère année

Semestre 6

Stage à l'étranger



Rapport de stage : Roumanie

COLAS Mathieu

Sous la direction de :

M. Bertrand COTTENCEAU, tuteur de stage

M. Dan STAN, maître de stage



ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné Mathieu COLAS
déclare être pleinement conscient que le plagiat de documents ou d'une
partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet,
constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées
pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiant le 03 / 08 / 2014



**Cet engagement de non plagiat doit être signé et joint
à tous les rapports, dossiers, mémoires.**

ISTIA
62 Avenue Notre-Dame du Lac
49000 Angers cedex
Tél. 02 44 68 75 00 | Fax 02 44 68 75 01



REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout particulièrement M. Dan STAN, mon maître de stage, pour m'avoir accepté au sein de son laboratoire, pour ses explications, ainsi que pour ses encouragements durant toute la durée du stage.

M. Aurel VLAICU, directeur de la Tehnical University of Cluj-Napoca pour m'avoir accepté en tant que stagiaire dans son université.

Tous les étudiants et intervenants présents dans le laboratoire, pour avoir été de bons conseils et avoir pris le temps de m'expliquer certaines parties techniques.

Ainsi que toutes les personnes de l'université pour leur accueil et leur convivialité.

Je remercie également M. Bertrand COTTENCEAU, mon tuteur de stage, pour avoir suivi le déroulement de mon stage.

SOMMAIRE

Partie I : Mission du stage	5
I. Présentation du projet	5
a. Le prototype d'imprimante 3D	5
La structure	5
Les actionneurs	5
b. Les objectifs.....	5
II. Actions effectuées.....	6
a. Equations cinématiques	6
b. Interface graphique	6
c. Erreur géométrique	6
d. Commande sans fil	6
Conclusion : Mission de stage	6
Partie II : Découverte.....	7
I. La Roumanie, un pays pauvre ?.....	7
a. Le Pays.....	7
b. Les Roumains.....	8
II. Santé et vie locale	8
a. Vivre en Roumanie.....	8
b. Médecine	8
Conclusion : Découverte	8
Conclusion Générale.....	9
Bibliographie.....	10

Partie I : Mission du stage

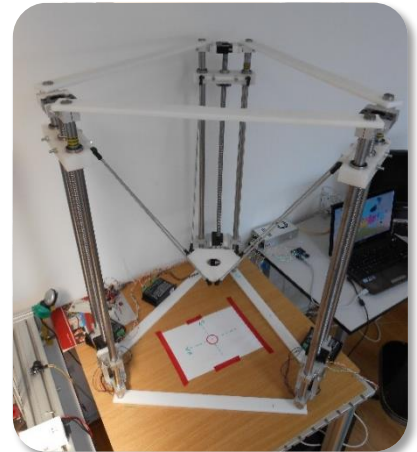
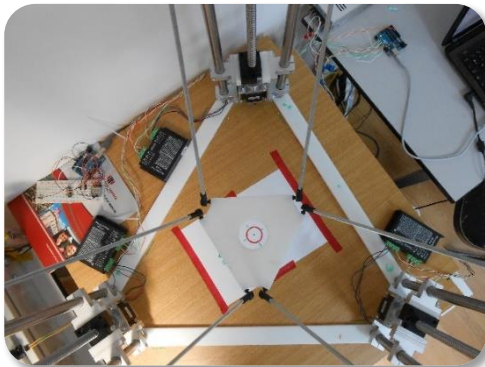
La mécatronique est le regroupement de la mécanique, l'électronique et l'informatique dans un même système. A l'heure actuelle, beaucoup de systèmes industriels peuvent être considérés comme de la mécatronique. C'est dans cette démarche de formation professionnelle que l'université technique de Cluj-Napoca propose la mécatronique à ces étudiants. Mon projet de stage était donc, sans surprise, un projet de mécatronique, plus exactement sur un prototype d'imprimante 3D.

Dans cette partie, je vous présenterai dans un premier temps, le prototype d'imprimante 3D et les objectifs du projet. Ensuite, les diverses actions effectuées pour atteindre les objectifs du projet.

I. Présentation du projet

a. Le prototype d'imprimante 3D

Ce prototype d'imprimante 3D, est classé dans la catégorie des robots « delta » ou robots parallèles. Contrairement à l'imprimante 3D classique, il n'y a pas un seul moteur pour chaque axe (X, Y, Z) mais trois. Ils sont parallèles avec la même orientation (sur Z) décalés sur un même plan de 120° . Cela permet d'obtenir à la plateforme du système six degrés de liberté. Ce type de technologie offre une plus grande rapidité et une capacité de charge plus grande par rapport à son homologue classique.

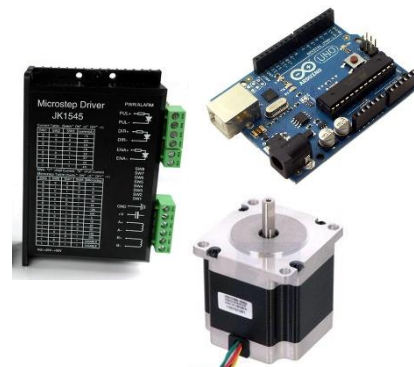


La structure

La structure du prototype est relativement simple. Celle-ci est composée de trois colonnes rigoureusement identiques sur lesquels trois moteurs pas à pas assurent les déplacements verticaux. La hauteur et la distance entre les colonnes et le centre du système définissent la zone de déplacement possible de la plateforme. Cette plateforme est de forme hexagonale raccordée à chaque colonne par deux tiges métalliques offrant un ensemble robuste en déplacement comme à l'arrêt.

Les actionneurs

Les déplacements de la plateforme se font par le biais des moteurs pas à pas. Ils sont commandés par un driver et un Arduino. Le driver est présent pour la partie puissance que l'arduino ne peut pas fournir. De plus, il permet de multiplier le nombre de pas. (1 pas demandé pour 32 pas réels)



b. Les objectifs

Les objectifs de ce projet sont multiples. En effet le premier, d'un point de vue personnel, est avant tout de pouvoir appliquer et évaluer ses compétences techniques acquises durant ma formation et réaliser un projet de mécatronique. En ce qui concerne la mission de stage, les objectifs du projet se présentaient en deux principaux points, implémenter un contrôle par cinématique inverse, c'est-à-dire par un contrôle en fonction de X, Y et Z et le second était d'ajouter au système une commande sans fil.

II. Actions effectuées

a. Equations cinématiques

Au début du stage, le système n'était contrôlé que par cinématique directe, c'est-à-dire que le contrôle se faisait directement sur chaque colonne, indépendamment les uns des autres. Les mouvements étaient complètement indépendants de X, Y et Z. Pour obtenir des mouvements en fonction des trois axes, il était nécessaire d'implémenter une commande par cinématique inverse. De plus, l'avantage du système est que les trois colonnes sont identiques, et donc seul leur angle les différencie.

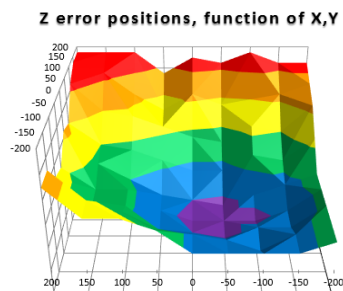
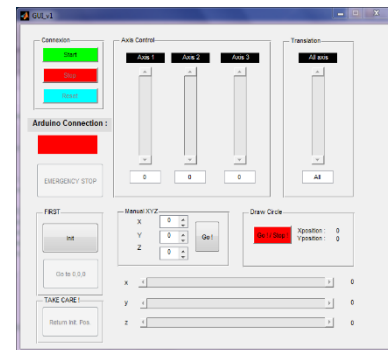
Les équations cinématiques inverses imposées par la géométrie du système sont les suivantes :

$$Q_i = Z + \sqrt{((X - (R_b - R_n) \cdot \cos(\alpha_i))^2 + (Y - (R_b - R_n) \cdot \sin(\alpha_i))^2)}, \text{ où } i \text{ définit chaque moteur}$$

b. Interface graphique

Pour le contrôle du système, afin de faciliter les tests et rendre la commande plus ergonomique, une interface graphique était nécessaire. De ce fait, via un logiciel imposé Matlab et en partant d'une interface primaire déjà réalisée, j'ai implémenté une interface graphique de commande pour gérer la partie cinématique inverse afin de pouvoir contrôler le système par les coordonnées X, Y et Z.

Cette interface envoie à l'arduino le nombre de pas que doit faire chaque moteur, via le Port Série. Puis l'arduino se charge de piloter chaque moteur.



c. Erreur géométrique

Une fois la cinématique inverse implantée, différents tests ont révélé un problème de position à la suite des déplacements de la plateforme. Lorsque celle-ci se déplaçait suivant un plan X et Y, une erreur sur Z faisait son apparition. Après diverses analyses et améliorations, la cause de ces erreurs était due à la géométrie du système. En effet le châssis du prototype n'étant pas fixe, cela engendrait des erreurs géométriques faussant les équations cinématiques.

d. Commande sans fil

Le deuxième objectif du projet était d'intégrer au système une commande manuelle sans fil. Le matériel à disposition était un joystick analogique et deux émetteurs/récepteurs (nRF24L01 2.4GHz). Les premiers essais ont révélé que le temps de traitement des données reçues par le récepteur ralentissait la commande des moteurs pas à pas et venait perturber le bon fonctionnement du prototype. L'idée aura été d'ajouter un deuxième arduino chargé du traitement des données reçues et de commander l'arduino des moteurs pas à pas, à l'instar de l'interface Matlab.



Conclusion : Mission de stage

Ce projet de stage en mécatronique a été très enrichissant techniquement. En effet, tout au long de ma formation, j'ai acquis les rudiments de l'électronique et de l'informatique. Ce projet m'a donné l'occasion de les mettre à l'épreuve, renforçant ainsi mes compétences. De plus, à l'ISTIA, nous avons été formés à la programmation sur microcontrôleur, plus exactement sur Arduino et celui-ci faisait partie intégrante de mon projet. C'était une réelle chance d'avoir pu aussi vite réutiliser cette formation donnée quelques mois plutôt. Au-delà des compétences techniques, l'opportunité d'avoir pu gérer un projet sur trois mois était vraiment gratifiante et instructive. Gérer les délais, anticiper les problèmes et trouver des solutions sont des points clés du métier d'ingénieur et ce projet m'a permis de m'y exercer.

Partie II : Découverte

Avant de réaliser mon stage en Roumanie, comme beaucoup de français, l'image que j'avais de ce pays était fondée sur des dires et des stéréotypes. L'actualité des médias et les discours de Nicolas Sarkozy envers les « Roms » ne faisaient qu'accentuer cette mauvaise image de la Roumanie. C'est donc avec beaucoup d'a priori que ce stage commençait. Depuis, trois mois sont passés et je pense avoir vu et vécu assez longtemps dans ce pays, pour nous aider à répondre à cette problématique. **Les images préconçues des français envers la Roumanie, sont-elles justifiées ?**

Pour y répondre, nous allons comparer des grands stéréotypes de la Roumanie avec la réalité et mon vécu sur place. Nous commencerons par comparer le pays d'un point de vue économique, faisant référence à une pauvreté omniprésente. Puis nous verrons la partie santé et vie locale.

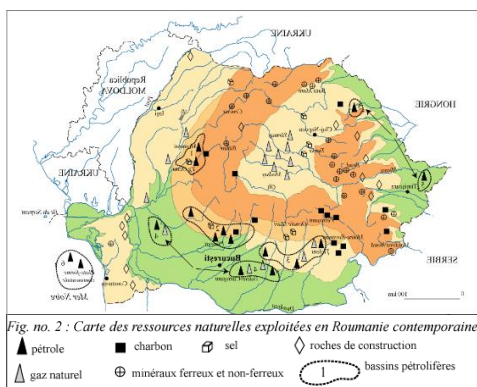
I. La Roumanie, un pays pauvre ?

a. Le Pays

La Roumanie a une mauvaise réputation auprès des français. La première image que nous avons est que c'est un pays de l'Est, caractérisé de pauvre. Certaines personnes pensent que la Roumanie n'a pas sa place au sein de l'Europe car elle représenterait un poids. Certes, la Roumanie est le pays le moins urbanisé de l'Europe mais cela ne l'empêche pas d'atteindre le rang du 7^{ème} pays le plus peuplée de l'union Européenne. Et il est vrai que la Roumanie est un pays pauvre mais ce n'est certainement pas un poids pour l'Europe et cela s'explique en trois points.

L'Agriculture

La superficie de la Roumanie est de 238 391 km² et plus de la moitié du territoire est utilisé pour l'agriculture afin de produire principalement de l'avoine, du blé, du houblon et du tabac. La Roumanie représente plus de 7% de la production européenne de céréales, ce qui fait de ce pays un atout pour l'Europe sur le plan agricole.

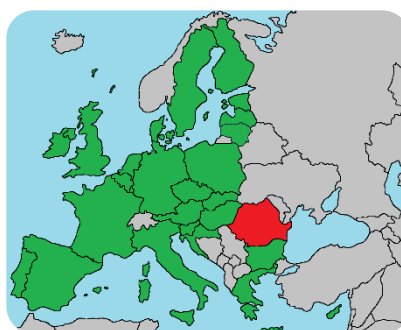


Les ressources naturelles

La Roumanie fait partie des plus grands pays à fort potentiel énergétique en Europe. En effet, le pays dispose d'une quantité considérable de ressources naturelles, telles que le pétrole, le gaz naturel, le charbon et différents métaux comme le cuivre et le fer. La Roumanie détient la troisième plus grande réserve de gaz de schiste d'Europe, avec 1.4 milliards de mètres cubes.

Géographie

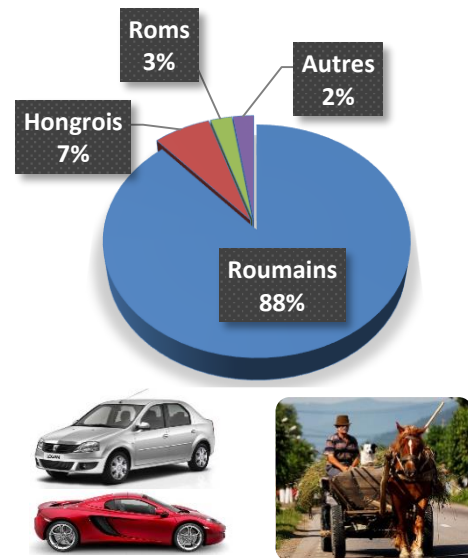
La position centrale de la Roumanie sur le continent européen offre à l'Union Européenne, une position stratégique sur deux points principaux. Le premier est commercial, car la Roumanie offre l'accès de la mer noire, facilitant ainsi les échanges avec le Moyen Orient et l'Asie centrale. Le second est sur le plan militaire, la position géographique de la Roumanie offre une position de défenses et d'actions stratégiques de l'Europe en cas de conflit.



b. Les Roumains

Concernant la population de la Roumanie, les images préconçues des français ne sont pas flatteuses. Des voleurs, des mendiants, des « roms » ou encore des opportunistes qui se servent de leurs enfants pour gagner de l'argent, une réputation difficile à porter pour ces Roumains. Pourtant, avec une population de 21 millions d'habitants, la Roumanie compte moins de chômage qu'en France avec 7.1% au lieu de 10.4%. Seulement 2.5% sont des « roms » et plus de 50% de la population vit dans les villes. De plus, malgré un salaire moyen relativement bas, 500 euros avec beaucoup d'inégalité, la pauvreté ne se voit que très peu. Les maisons des particuliers n'ont rien à envier aux maisons françaises et la majorité des familles roumaines possède une voiture, le plus souvent des voitures de la marque « Dacia », constructeur local, mais aussi des voitures allemandes et françaises ainsi que plus rarement mais présentes, des voitures très haute gamme. Cependant ce dernier point reflète l'un des problèmes de la Roumanie, la différence de classe sociale importante sans juste milieu.

Répartition de la population : Roumanie



II. Santé et vie locale

a. Vivre en Roumanie



Du fait de sa position au rang de pays le moins urbanisé d'Europe, les français pensent que la vie en Roumanie est rudimentaire. De plus, depuis son intégration en 2007, le pays s'efforce peu à peu de s'aligner aux normes européennes mais reste marqué par des installations élémentaires en attente d'être réhabilitées. Toutefois, les grandes villes de Roumanie, comme Bucarest, Cluj-Napoca, Iasi ou encore Constantza, sont dotées de plusieurs centres commerciaux, restaurants gastronomiques, d'infrastructures sportives de qualité ainsi que plusieurs centres d'activités qui en font des villes où il fait bon de vivre. De plus, vous pourrez trouver également, avec surprise, des enseignes de la grande distribution française, telles que Carrefour ou Auchan, implantées dans toute la Roumanie.

b. Médecine

Au niveau de la santé, la Roumanie est surprenante avec une multitude d'infrastructures hospitalières publiques et privées mais contrairement à la France, il n'existe pas de sécurité sociale. Les frais médicaux doivent être réglés sur place et les interventions sont ajustées, dans la mesure du possible, en fonction des possibilités de paiement du patient afin d'éviter les mises en situation difficiles. Les centres hospitaliers publics sont en majorité partenaires des universités de médecine et très souvent les médecins sont accompagnés de stagiaires en formation. Une surprise de découvrir à Cluj-Napoca que 180 français réalisaient leurs études de médecine dans cette ville. En effet, depuis son intégration à l'Europe, les écoles de médecine Roumaines sont une alternative au circuit français classique pour les étudiants désireux de se former à l'étranger.



Conclusion : Découverte

La Roumanie est un pays de l'Est qui souffre beaucoup des dires et des préjugés que nous lui attribuons mais nous avons pu voir que beaucoup sont très loin de la réalité. Nous pouvons dire que oui, la Roumanie est un pays pauvre mais elle n'est pas dénuée d'agréments. Ce pays de l'Est mérite clairement sa place au sein de l'Europe, c'est un pays civilisé avec sa propre culture et dotée d'un potentiel certain. Ce discours peut sembler paradoxal dans sa démarche et donc découvrir soi-même ce pays reste la meilleure solution pour se forger une opinion sur ce pays et démentir ces images préconçues.

Conclusion Générale

Ces trois mois de stage auront été très enrichissants, autant sur le plan personnel que professionnel. Mon projet de stage était très intéressant, avoir pu conduire un projet sur une période de trois mois est sans doute l'une des meilleures façons de tester ses compétences et de s'autoévaluer sur sa formation. La mécatronique est un domaine que j'apprécie réellement et dans lequel je souhaite réaliser mon projet professionnel. C'était donc, pour moi, une chance d'avoir eu l'occasion de réaliser ce stage dans ces circonstances.

La Roumanie aura été une découverte. Les stéréotypes de ce pays sont multiples et c'était avec des appréhensions que je suis parti dans ce pays. A ma grande surprise, beaucoup étaient infondées et d'autres complètement à l'opposé de la réalité. J'ai pu découvrir une population amicale et serviable, une culture différente de la France et un pays rempli de surprise à découvrir tous les jours. Une leçon de vie qui m'a, une nouvelle fois, montré qu'il faut savoir aller au-delà des dires et préjugés, afin de vérifier par soi-même les choses et se forger sa propre opinion.

Vivre ces trois mois dans un environnement différent de nos habitudes quotidiennes, teste notre capacité d'adaptation et renforce notre niveau d'anglais, dans le cas des pays anglophones comme la Roumanie. Ce stage en Roumanie a été pour moi constructif en tous points.

Bibliographie

Hitchwiki [En ligne], Guide de la Roumanie, septembre 2012 :

<http://hitchwiki.org/fr/Roumanie>

Roumanie.fr [En ligne], Guide culturel et d'affaires :

<http://www.roumanie.fr/economie/agriculture.html>

Wikipédia [En ligne], La Roumanie, mise à jour août 2014 :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Roumanie>

Agriculture.gouv [En ligne], La production agricole de l'Union Européenne, 2011 :

http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Chiffres2011_6-8.pdf

Insee [En ligne], Production agricole de l'Union européenne en 2012, août 2012:

http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=98&ref_id=CMPTEF10113

Wikipédia [En ligne], L'économie de la Roumanie, septembre 2012 :

http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89conomie_de_la_Roumanie#L.27agriculture

LeGazDeSchiste.fr [En ligne], Romain, juillet 2013 : [http://www.legazdeschiste.fr/contrats-et-](http://www.legazdeschiste.fr/contrats-et-marches/24072013,la-roumanie-un-pays-riche-en-gaz-de-schiste,852.html)

[marches/24072013,la-roumanie-un-pays-riche-en-gaz-de-schiste,852.html](http://www.legazdeschiste.fr/contrats-et-marches/24072013,la-roumanie-un-pays-riche-en-gaz-de-schiste,852.html)

Infoguerre.fr [En ligne], La position stratégique de la Roumanie dans l'Union Européenne, décembre 2012 :

<http://www.infoguerre.fr/matrices-strategiques/position-strategique-de-roumanie-dans-union-europeenne/>

Diplomatie.gouv [En ligne], Présentation de la Roumanie, mise à jour en avril 2014 :

<http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/dossiers-pays/roumanie/presentation-de-la-roumanie/>

Eurofound [En ligne], Évolution du temps de travail 2004, juin 2005 :

<http://www.eurofound.europa.eu/eiro/2005/03/update/tn0503108u.htm>

Les sites internet ci-dessous ont été consultés en août 2014.

RÉSUMÉ

Mon stage de trois mois à l'étranger s'est déroulé en Roumanie, à l'université technique de Cluj-Napoca, dans son département de mécatronique. Ce département s'oriente vers l'étude des derniers systèmes industriels afin de donner une formation concrète à ses étudiants. Mon projet de stage consistait à réaliser la commande d'un prototype d'imprimante 3D, par le biais de microcontrôleur « Arduino » et du logiciel « Matlab ». Les objectifs étaient d'étudier le fonctionnement de ce prototype, réaliser une commande par interface graphique et d'implanter une commande sans fil au système. Ce projet regroupait les trois grands domaines de la mécatronique, c'est-à-dire la mécanique, l'électronique et l'informatique.

Ce stage avait également les objectifs de me faire découvrir une culture différente de la France, de bénéficier d'une expérience internationale, d'améliorer son niveau d'anglais ainsi que tester ma capacité d'adaptation et d'autonomie dans un milieu différent.

Mots-clés : Roumanie, Matlab, Arduino, microcontrôleur, Interface graphique, contrôle sans fil, mécatronique, Imprimante 3D

ABSTRACT

My internship abroad took place in Romania. In the Technical University of Cluj-Napoca, in the mechatronic department. This department is targeted towards the study of last industrial systems to give professional training to their students. My internship project was to make control of a 3D printer prototype with the Arduino microcontrollers and Matlab software. The goals was to study how this prototype works, to program GUI control and implement a wireless control system. This project includes the three main fields of mechatronics, the mechanics, electronics and computing.

This internship also had for goals to make me discover a different culture than France, to give me an international experience and also, to improve my English and to test my ability to adapt and to be autonomous in a different environment.

Keywords: Romania, Matlab, Arduino microcontroller, GUI, wireless control, mechatronics, 3D Printer

ZUSAMMENFASSUNG

Mein Praktikum im Ausland fand in Rumänien. In der Technischen Universität Cluj-Napoca, in der Mechatronik-Abteilung. Diese Abteilung ist auf die Untersuchung der letzten Industrieanlagen gezielt zur Berufsausbildung, um ihre Schüler zu geben. Mein Praktikum Projektes war es, die Kontrolle über einen 3D-Drucker-Prototyp mit der Arduino Mikrocontroller und Software Matlab zu machen. Die Ziele war es, zu untersuchen, wie dieser Prototyp arbeitet, um GUI-Steuerung programmiert und implementiert eine drahtlose Steuerung. Dieses Projekt umfasst die drei Hauptbereiche der Mechatronik, die Mechanik, Elektronik und Informatik.

Dieses Praktikum hatte auch für Ziele, um mich zu entdecken eine andere Kultur als in Frankreich, mir eine internationale Erfahrung zu geben und auch, um mein Englisch zu verbessern und meine Fähigkeit, sich anzupassen und zu testen autonom zu sein in einer anderen Umgebung.

Schlüsselworten: Rumänien, Matlab, Arduino Mikrocontroller, GUI, drahtlose Steuerung, Mechatronik, 3D-Drucker