

Agriculture indoor

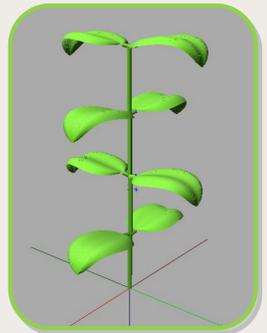
Imagerie 3D et modèle géométrique de croissance

Bouvry, A., Stalport, B., De Cock, N., Lebeau, F.

Biosystems Dynamics and Exchanges, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège

Caméras 3D et plantes numériques : vers une automatisation de l'agriculture !

En cours de développement à la Faculté de Gembloux Agro-Bio Tech, l'exploitation d'images en 3 dimensions de plantes permet de récolter une grande quantité de données. Cette technique, couplée à un système mathématique de **modélisation** de plantes, utilisé notamment par Pixar, offre de nombreuses possibilités pour la recherche scientifique.



Pourquoi l'imagerie 3D ?



- L'agriculture indoor est un secteur en plein développement. Initialement pensé comme solution aux voyages dans l'espace, d'autres intérêts lui ont été trouvés, tels que l'économie de ressource (eau, électricité, énergies fossiles) et la certitude de production.
- En effet, en environnement contrôlé, les plantes ne sont pas soumises aux stress de la sécheresse ou des fortes pluies, par exemple, et surtout, elles sont à l'abri des maladies.
- Ce mode de culture est très intéressant pour la recherche en botanique et physiologie végétale, puisque l'on peut faire pousser des plantes dans des conditions contrôlées et ainsi étudier les effets de la lumière ou bien de différents engrais sur les plantes.
- Un système d'imagerie en 3D permet de mesurer différents paramètres qu'il faudrait, autrement, mesurer manuellement. Par exemple, on peut mesurer la hauteur des plantes, le nombre de feuilles qu'elles portent ou encore la forme des feuilles.
- Pour cela, on effectue de l'analyse d'image et on extrait différents paramètres, que l'on peut par exemple mettre en lien avec un modèle géométrique tel que le L-system.

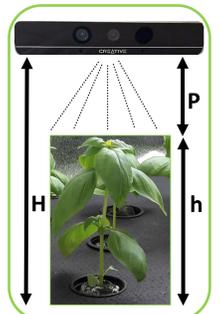
Caméra 3D



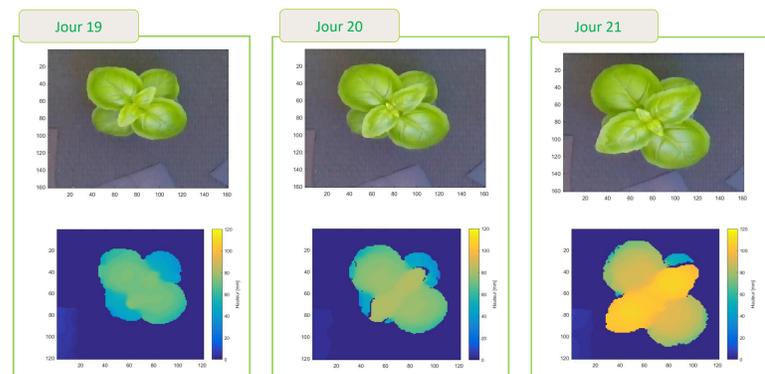
Ce modèle de caméra 3D bon marché permet d'obtenir des images d'une bonne précision pour une application en agriculture indoor.

La caméra est guidée par un rail de déplacement, et prend des photos des plantes vues du dessus, aussi bien en couleurs normales (RGB) qu'en 3D.

Le principe de fonctionnement de la caméra est relativement simple et repose sur la projection d'une lumière structurée dans l'infrarouge. La caméra mesure ainsi une profondeur (P), et, connaissant la hauteur (H) à laquelle elle se trouve, on peut déduire la hauteur (h) d'une plante !



Les photos suivantes ont été prises à un jour d'intervalle. Dans la première rangée, on voit des basilics en vue du dessus en couleurs RGB. La deuxième rangée est celle qui nous intéresse tout particulièrement : c'est l'image en 3D. L'échelle de hauteur, présente sur le côté, renseigne la hauteur de la plante. On a le niveau 0 en bleu marine (le « sol »), et plus on va vers le jaune, plus la hauteur est importante.



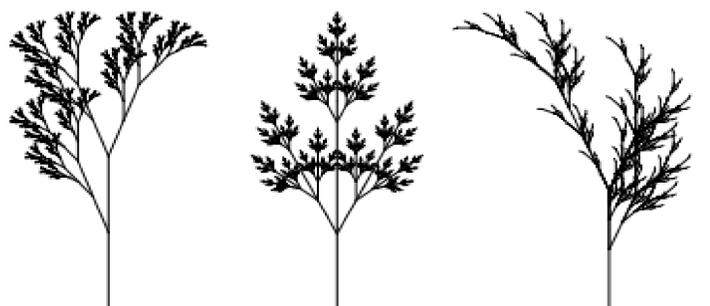
Plantes et mathématiques



Le **L-system** tient son nom du mathématicien Aristid Lindenmayer, chercheur passionné par la beauté géométrique des plantes.

Ce type de modélisation permet de représenter des modèles mathématiques de plantes sur base de formules, où, à chaque étape du développement végétal, des règles sont appliquées à la croissance de la plante.

Cette technique de modélisation est notamment utilisée dans les **films d'animation** ou dans les **jeux vidéos** : en incluant une part d'aléatoire dans le processus, on peut générer des paysages où la végétation paraît plus vraie que nature !



d
n=7, δ=20°
X
X → F [+X] F [-X] +X
F → FF

e
n=7, δ=25.7°
X
X → F [+X] [-X] FX
F → FF

f
n=5, δ=22.5°
X
X → F - [[X] +X] +F [+FX] -X
F → FF

Prusinkiewicz, P. & Lindenmayer, A., 1997. The algorithmic beauty of plants.

Applications



Un exemple de mesure que l'on peut effectuer à l'aide de ce matériel est la **hauteur des plantes** en fonction du temps. On peut ainsi analyser un grand nombre de plantes, avec un gain de temps considérable! Cela permet de pouvoir effectuer plus de tests, et avec une plus grande fiabilité au niveau statistique grâce à des individus plus nombreux.

Ce travail ouvre la voie à de nouvelles possibilités en agriculture indoor, à l'ère où les objets connectés sont de plus en plus présents dans notre environnement. On peut donc imaginer un système de culture connecté, où toutes les mesures sont effectuées automatiquement, procurant ainsi une importante source de données pour la recherche en physiologie végétale.

