



kinetics toolkit

Un package Python open-source et une ressource en ligne
pour faciliter la recherche en biomécanique

Félix Chénier, PhD

- Professeur, Université du Québec à Montréal (UQAM)
- Chercheur, Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain (CRIR)



1

1

Traitement de données biomécaniques

- Logiciels très puissants pour traiter et visualiser des données biomécanique :



etc.

- mais parfois:

- Trop complexes pour nos besoins;
- Manque de versatilité (e.g., markerset, conventions d'angles);
- Pas encore de gold-standard, donc pas de module pour réaliser ce qu'on veut;
- Les données du laboratoire ne sont pas au même format que les données attendues par les logiciels.
- etc.

2

2

Historique de KTK

3

3

Besoin

Analyser des données
brutes et de développer
des algorithmes maison

4

4

Besoin

Analyser des données
brutes et de développer
des algorithmes maison

**LIO**

Laboratoire d'innovation ouverte
en technologies de la santé

2012-



Algorithmes de traitement de données

Traçabilité des données brutes

Traçabilité des traitements de données

Traçabilité des données traitées

5

5

Besoin

Analyser des données
brutes et de développer
des algorithmes maison

Cibler le traitement de
données et s'affranchir
des pratiques de
laboratoire



Laboratoire de recherche en
**MOBILITÉ ET
SYSTÈMES ADAPTÉS**

2014-2019



Algorithmes de traitement de données




Traçabilité des données brutes

Traçabilité des traitements de données





Traçabilité des données traitées

6

6

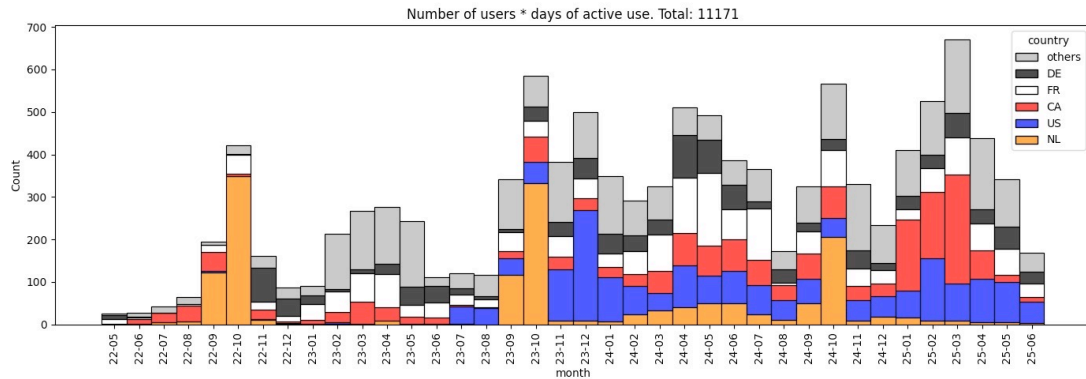
<p>Besoin</p> <p>Analyser des données brutes et de développer des algorithmes maison</p> <p>Cibler le traitement de données et s'affranchir des pratiques de laboratoire</p> <p>Accessibilité et partage : Utilisation d'outils ouverts</p>	<div data-bbox="565 283 863 357">  <p>Laboratoire de recherche en MOBILITÉ ET SYSTÈMES ADAPTÉS</p> </div> <div data-bbox="519 367 576 388">2019-</div> <div data-bbox="863 430 1136 577">  <p>kinetics toolkit</p> </div> <div data-bbox="617 640 933 672">Package Python en code ouvert</div> <div data-bbox="730 682 820 766">  </div> <div data-bbox="641 808 901 850"> <pre>pip install kineticstoolkit conda install kineticstoolkit</pre> </div> <div data-bbox="1339 913 1356 934">7</div>
--	---

7

<p>Besoin</p> <p>Analyser des données brutes et de développer des algorithmes maison</p> <p>Cibler le traitement de données et s'affranchir des pratiques de laboratoire</p> <p>Accessibilité et partage : Utilisation d'outils ouverts</p> <p>Formation : cibler la connaissance, éviter les boîtes noires.</p>	<div data-bbox="565 1178 863 1251">  <p>Laboratoire de recherche en MOBILITÉ ET SYSTÈMES ADAPTÉS</p> </div> <div data-bbox="519 1262 576 1283">2019-</div> <div data-bbox="863 1325 1136 1472">  <p>kinetics toolkit</p> </div> <div data-bbox="617 1535 933 1566">Package Python en code ouvert</div> <div data-bbox="730 1577 820 1661">  </div> <div data-bbox="641 1703 901 1745"> <pre>pip install kineticstoolkit conda install kineticstoolkit</pre> </div> <div data-bbox="1096 1535 1282 1566">Livre électronique</div> <div data-bbox="1104 1577 1274 1671">  </div> <div data-bbox="1023 1692 1388 1745"> <p>Biomechanical Analysis using Python and Kinetics Toolkit</p> </div> <div data-bbox="1339 1808 1356 1829">8</div>
---	---

8

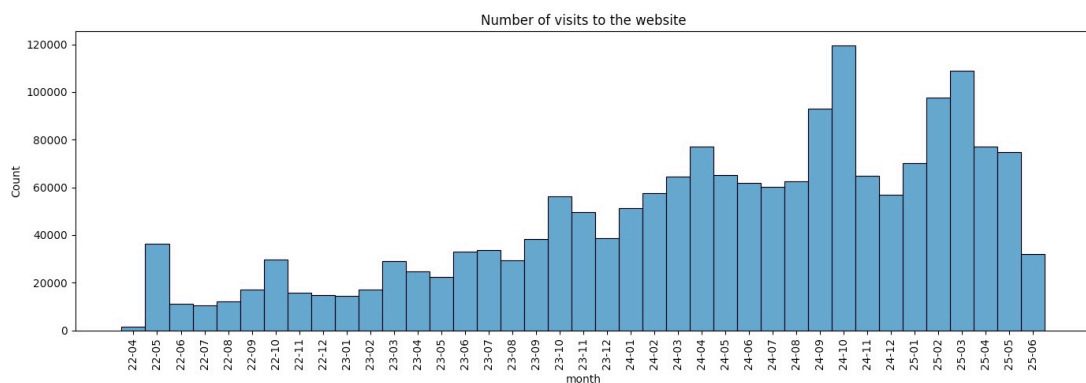
(utilisateurs × jours) du package **kineticstoolkit**



9

9

Nombre de visites sur **kineticstoolkit.uqam.ca**



10

10

Python pour la biomécanique

11

11

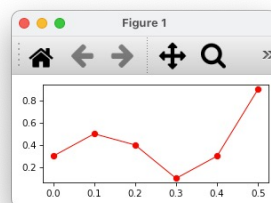
Apprendre Python pour la biomécanique



- Variable
- Arithmétique
- Conditions
- Boucles
- etc.



```
import matplotlib.pyplot as plt
time = [0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5]
data = [0.3, 0.5, 0.4, 0.1, 0.3, 0.9]
plt.plot(time, data, 'o-')
```

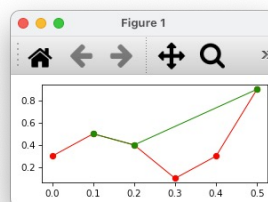


```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

time = np.array([0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5])
data = np.array([0.3, 0.5, 0.4, 0.1, 0.3, 0.9])

# Keep every data higher than 0.4
new_time = time[data >= 0.4]
new_data = data[data >= 0.4]

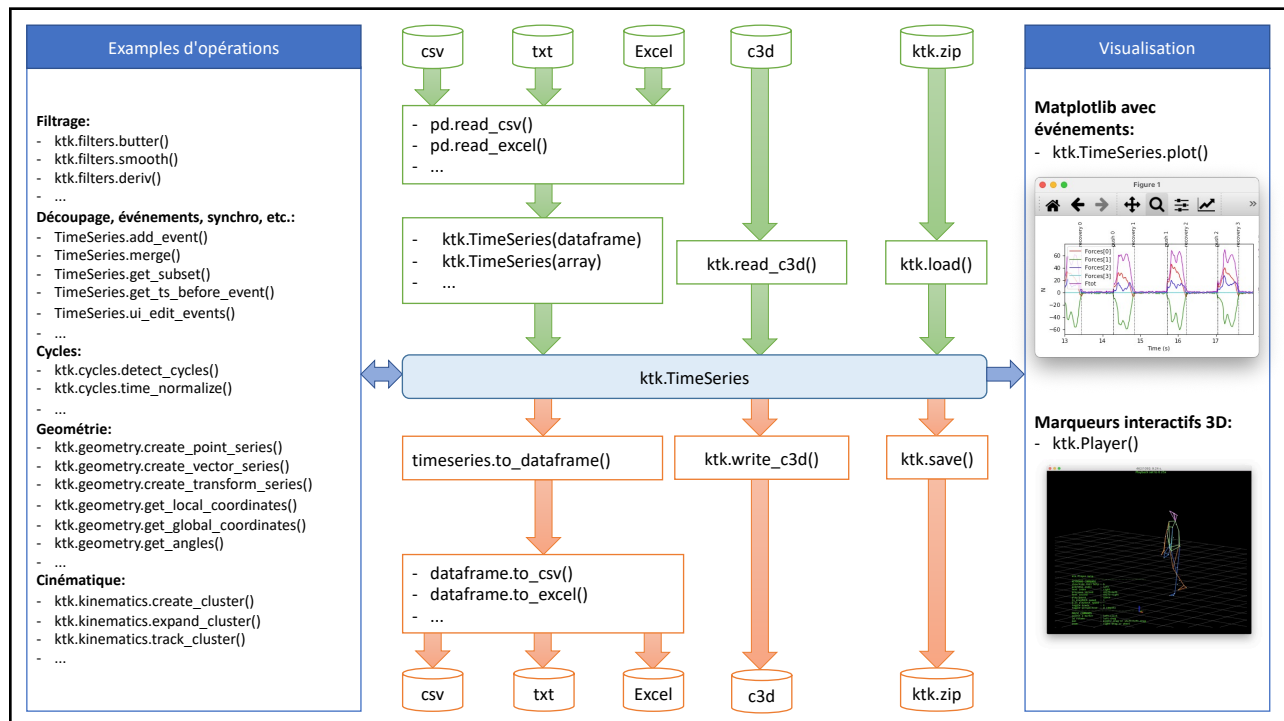
plt.plot(time, data, 'o-')
plt.plot(new_time, new_data, 'o-')
```



```
import pandas as pd
df = pd.read_csv("file.csv")
# Some processing
df.to_excel("file.xlsx")
```

12

12



13

1. Fondements

- Qu'est-ce qu'une TimeSeries
- Ajouter des données dans une TimeSeries
- Rééchantillonner une TimeSeries
- Ajouter et éditer des événements
- Exporter vers Excel

14

14

2. Roues instrumentées

- Analyse spatiotemporelle et cinétique de la propulsion en fauteuil roulant :
 - Enlever les offsets dûs au poids de la main courante
 - Calculer la force totale, la vitesse et la puissance
 - Isoler les poussées manuellement et automatiquement
 - Analyse poussée par poussée
 - Exporter vers Excel
- Analyse cinétique de la propulsion en fauteuil roulant
 - Afficher le cycle de propulsion moyen (F_{tot} , M_z)

15

15

3. Cinématique



16

16

<https://kineticstoolkit.uqam.ca/doc/geometry.html>

3. Cinématique

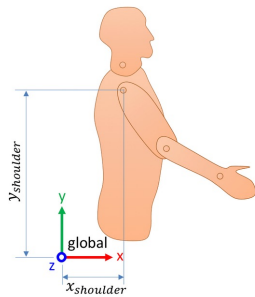


Fig. 9.2 A global coordinate system.

$${}^{\text{global}}p_{\text{shoulder}} = \begin{bmatrix} x_{\text{shoulder}} \\ y_{\text{shoulder}} \\ z_{\text{shoulder}} \\ 1 \end{bmatrix}$$

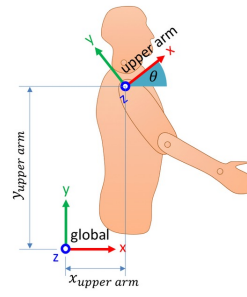


Fig. 9.4 Expressing the position and orientation of the upper arm.

$${}^{\text{global}}{}_{\text{upper arm}}T = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 & x_{\text{upper arm}} \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 & y_{\text{upper arm}} \\ 0 & 0 & 1 & z_{\text{upper arm}} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

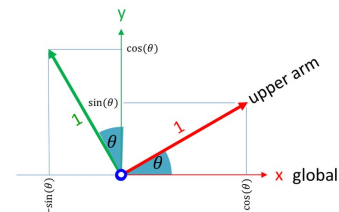


Fig. 9.5 Orientation of the upper arm coordinate system (bold lines) in reference to the global coordinate system (thin lines).

17

17

<https://kineticstoolkit.uqam.ca/doc/geometry.html>

3. Cinématique

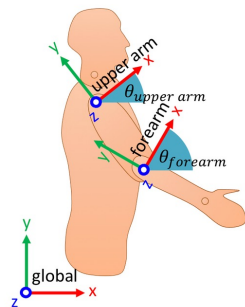
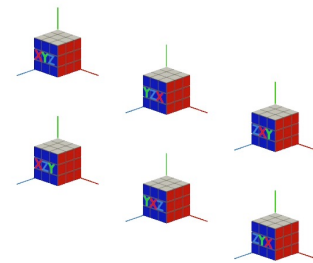
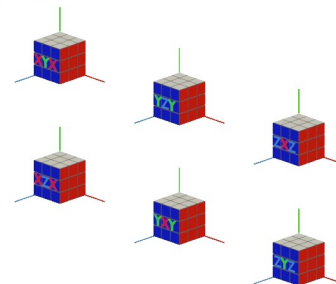


Fig. 9.6 Local coordinates for both the upper arm and the forearm.

$${}^{\text{global}}p_{\text{wrist}} = ({}^{\text{global}}{}_{\text{upper arm}}T)({}^{\text{upper arm}}{}_{\text{forearm}}T)({}^{\text{forearm}}p_{\text{wrist}})$$



The six sequences of intrinsic Cardan rotations (intrinsic = moving coordinate system)

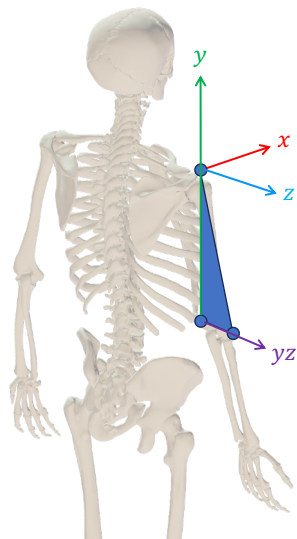


The six sequences of intrinsic Euler rotations (intrinsic = moving coordinate system)

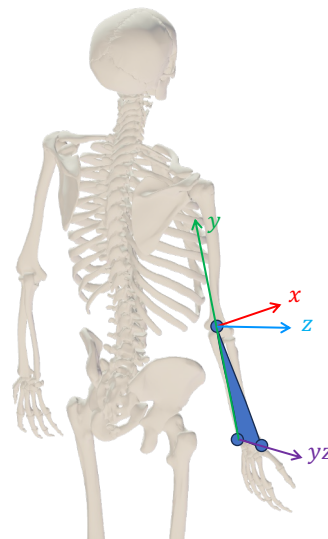
18

<https://kineticstoolkit.uqam.ca/doc/kinematics.html>

3. Cinématique



1. y
2. $x = y \times yz$
3. $z = x \times y$



1. y
2. $x = y \times yz$
3. $z = x \times y$

19

19

3. Cinématique

- Fondements de géométrie dans KTK
- Ouvrir un fichier C3D
- Visualiser les points
- Créer le système d'axes du bras et de l'avant-bras
- Déterminer les angles d'Euler pour passer du bras à l'avant-bras
- Afficher une courbe des angles de flexion/*carrying*/pronation

20

20

JOS
The Journal of Open Source Software

Kinetics Toolkit: An Open-Source Python Package to Facilitate Research in Biomechanics

Félix Chénier^{1, 2}

¹ Department of Physical Activity Sciences, Université du Québec à Montréal (UQAM), Montreal, Canada ² Mobility and Adaptive Sports Research Lab, Centre for Interdisciplinary Research in Rehabilitation of Greater Montreal (CRIR), Montreal, Canada

DOI: [10.21105/joss.03714](https://doi.org/10.21105/joss.03714)

Software

- [Review it](#)
- [Repository it](#)
- [Archive it](#)

Editor: [Marie E. Rognes](#)

Reviewers:

- [@kantar](#)
- [@mdund](#)

Submitted: 10 June 2021
Published: 23 October 2021


License
Authors of papers retain copyright and release the work under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Summary


Kinetics Toolkit is a Python package for generic biomechanical analysis of human motion that is easily accessible by new programmers. The only prerequisite for using this toolkit is having minimal to moderate skills in Python and Numpy.


While Kinetics Toolkit provides a dedicated class for containing and manipulating data (Time Series), it loosely follows a procedural programming paradigm where processes are grouped as interrelated functions in different submodules, which is consistent with how people are generally introduced to programming. Each function has a limited and well-defined scope, making Kinetics Toolkit generic and expandable. Particular care is given to documentation, with extensive tutorials and API references. Special attention is also given to interoperability with other software programs by using Pandas Dataframes (and therefore CSV files, Excel files, etc.), JSON files or C3D files as intermediate data containers.

Kinetics Toolkit is accessible at <https://kineticstoolkit.uqam.ca> and is distributed via conda and pip.

 kineticstoolkit.uqam.ca

 github.com/kineticstoolkit

 linkedin.com/in/felixchenier

 chenier.felix@uqam.ca

Chénier, 2022. Kinetics Toolkit: An Open-Source Python Package to Facilitate Research in Biomechanics. Journal of Open Source Software.