Matlab: applications en mécanique

LA207. Université Pierre et Marie Curie

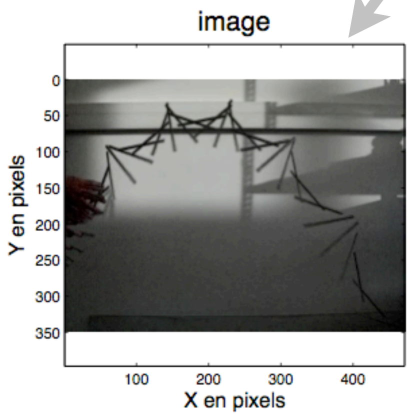
www.lmm.jussieu.fr/~hoepffner/enseignement

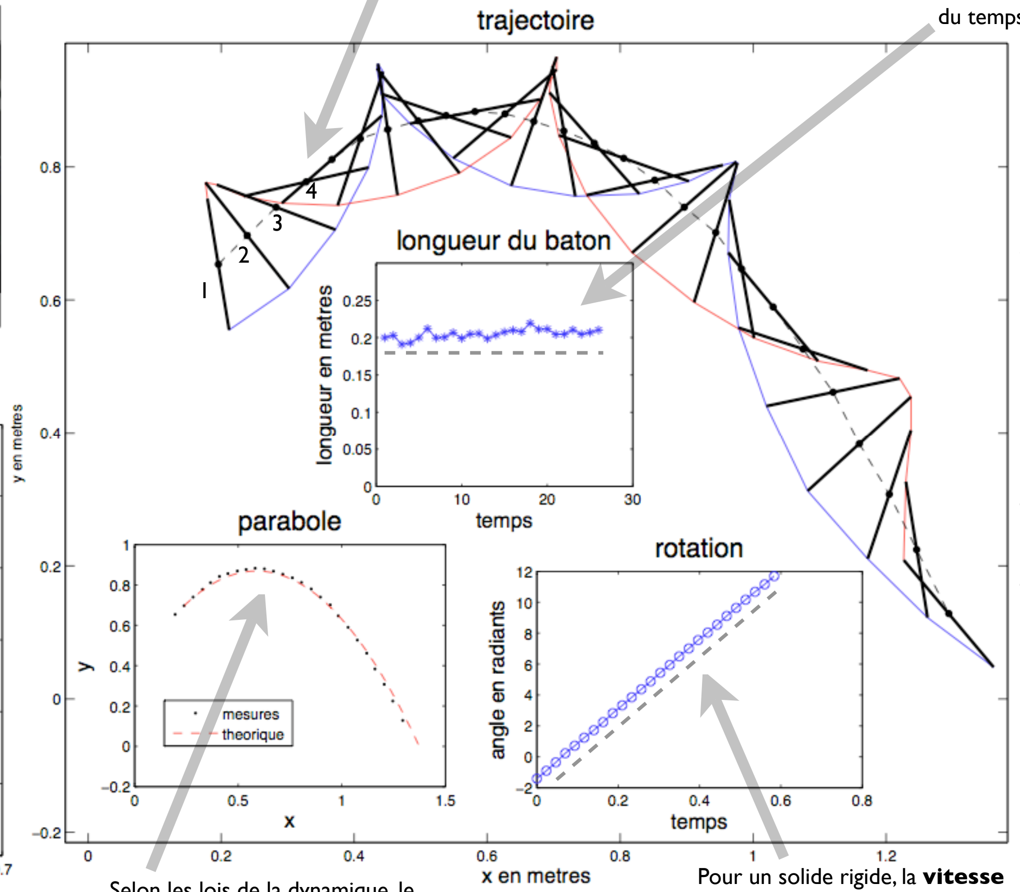
TP5 correction: le lancé de baton

On garde **l'image originale** pour comparaison: La main lance le baton. On a utilisé "axis equal" pour que le rapport d'aspect soit naturel. Les coordonnées sont en pixels

On a **mesuré les positions** (x1,y1) et (x2,y2) des deux extrémités du baton pour chaque temps. On en tire les coordonnées du point central, qui est le centre de masse. Le mouvement de rotation se fait autour de ce centre de masse.
On a visualisé le baton pour chaque temps, et on a aussi tracé les trajectoires du centre, en noir ligne pointillée, et en bleu et rouge pour les extrémités.

On a utilisé la longueur du baton comme **longueur de référence** pour la taille d'un pixel. On vérifie ici que cette taille ne change pas au cours du temps.

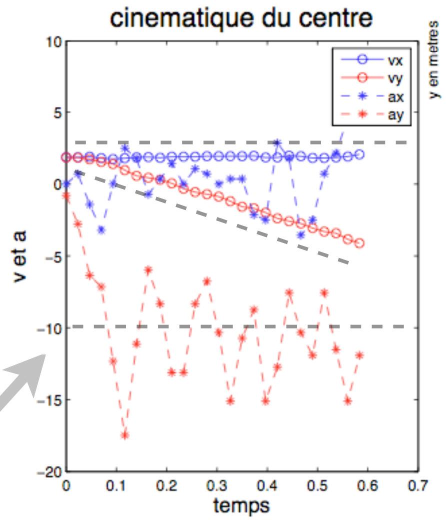




Toutes les coordonnées sont en mètres et les temps en secondes.

Les sous-graphiques ont des labels et des titres. Lorsque c'est nécessaire, on ajoute une légende.

Une fois tous les graphiques tracés, on les a déplacés dans la fenêtre graphique (avec l'outils flèche) pour obtenir une belle occupation de l'espace, et une hiérarchisation efficace.



On calcule la **vitesse et l'accélération** selon x et y. On voit bien que la vitesse selon x est constante, et que la vitesse selon y diminue linéairement, dû à la gravité. Le signal est beaucoup plus bruité pour l'accélération, mais on observe tout de même que "ax" est proche de zéro et que "ay" est proche de -10.

Selon les lois de la dynamique, le **centre de masse** parcourt une parabole. On compare ici sa trajectoire avec une trajectoire théorique qui a pour position et vitesse initiale les positions et vitesses du centre de masse au temps 2. L'accord est remarquable.

Pour un solide rigide, la **vitesse de rotation** est constante s'il n'y a pas de moment appliqué, ce qui est le cas ici. On voit bien que l'angle du baton par rapport à l'horizontale dépend linéairement du temps: vitesse de rotation constante. L'accord ici aussi est remarquable.

1

```
% pour tester les ides sur le baton qui vole
clear all; clf

a=imread('baton.jpg');
subplot(2,3,1);
image(a);
title('image'); xlabel('X en pixels'); ylabel('Y en pixels');


d=[
  69.5698  164.9133
  58.8653  100.1702
  99.1347  144.4681
  57.8458   92.2193
 122.0731  115.5041
  63.4529   93.3552
 138.3847   84.8363
  76.7062   99.0344
 145.0114   59.2799
  95.5666  102.4419
 145.5211   37.6989
 123.0925  103.5777
 142.9724   33.7234
 152.6575   98.4664
 142.4627   35.9951
 183.2419   87.6759
 144.5016   48.4894
 208.7289   70.0704
 158.7744   63.2553
 223.0016   51.3290
 180.1834   80.2930
 231.1575   36.5630
 208.7289   93.9231
 231.1575   30.3159
 240.3328   99.0344
 229.1185   34.8592
 271.9367   97.8985
 227.5893   47.9214
 296.4042   91.6514
 232.1769   68.9345
 313.2256   83.7005
 245.9399   98.4664
 319.8523   81.9967
 268.3685  126.8625
 320.3620   82.5646
 298.9529  151.2831
 316.2841  100.7381
 328.5179  168.8887
 315.7744  126.8625
 360.1218  180.2471
 320.8718  163.7774
 384.5893  184.7905
 334.6347  202.3961
 400.3912  188.7660
 355.0244  244.4223
 405.9984  197.8527
 384.5893  277.9296
 405.9984  214.3224
 414.1542  306.8936
 403.4497  239.8789
 446.7776  331.3142
 402.4302  278.4975];

x1=d(1:2:end,1); x2=d(2:2:end,1);
y1=d(1:2:end,2); y2=d(2:2:end,2);
```

2

```
% on met y dans le bon sens et l'origine du repere
y1=-(y1-347); y2=-(y2-347);

% on met en metres
nl=sqrt((x1(1)-x2(1))^2+(y1(1)-y2(1))^2);
pix=0.2/nl;
x1=x1*pix; x2=x2*pix;
y1=y1*pix; y2=y2*pix;

% les coordonn?es du centre du baton
x=(x1+x2)/2;
y=(y1+y2)/2;


% le vecteur temps
n=length(x1);
dt=1/(300/7);
tvec=(0:1:n-1)*dt;

% on trace les batons successifs
subplot(2,3,2);

plot(x,y,'k.-','markersize',15); hold on
plot(x1,y1,'b',x2,y2,'r');
for ind=1:n
    plot([x1(ind) x2(ind)],[y1(ind) y2(ind)],'k','linewidth',
2);
end
title('trajectoire'); xlabel('x en metres'); ylabel('y en
metres');


% on mesure la longueur de tous les segments et on trace
lon=zeros(n,1);
for ind=1:n
    lon(ind)=sqrt((x1(ind)-x2(ind))^2+(y1(ind)-y2(ind))^2);
end
subplot(2,3,3); plot(lon,'b*-'); ylim([0,0.3])
title('longueur du baton'); xlabel('temps'); ylabel('longueur
en metres');


% on mesure la vitesse et acceleration du centre
vx=zeros(n,1);
vy=zeros(n,1);
vx(1)=(x(2)-x(1))/dt;
vy(1)=(y(2)-y(1))/dt;
for ind=2:n-1;
    vx(ind)=(x(ind+1)-x(ind-1))/(2*dt);
    vy(ind)=(y(ind+1)-y(ind-1))/(2*dt);
end
vx(n)=(x(n)-x(n-1))/dt;
vy(n)=(y(n)-y(n-1))/dt;
```

3

```
ax=zeros(n,1);
ay=zeros(n,1);
ax(1)=(vx(2)-vx(1))/dt;
ay(1)=(vy(2)-vy(1))/dt;
for ind=2:n-1;
    ax(ind)=(vx(ind+1)-vx(ind-1))/(2*dt);
    ay(ind)=(vy(ind+1)-vy(ind-1))/(2*dt);
end
ax(n)=(vx(n)-vx(n-1))/dt;
ay(n)=(vy(n)-vy(n-1))/dt;

subplot(2,3,4);
plot(tvec,vx,'b',tvec,vy,'r',tvec,ax,'b--',tvec,ay,'r--')
title('cinematique du centre'); xlabel('temps');
ylabel('v et a');
legend('vx','vy','ax','ay')

% mesure l'angle
an=zeros(n,1);
g=-10;
add=0;
for ind=1:n
    c=g;
    g=atan((y2(ind)-y1(ind))/(x2(ind)-x1(ind)));
    if g<c; add=add+pi; end
    an(ind)=g+add;
end

subplot(2,3,5);
plot(tvec,an,'bo-');
title('rotation'); xlabel('temps'); ylabel('angle en
radiants');



% compare la trajectoire du centre avec une parabole
loc=2; g=9.8;
tmax=(-vy(loc)-sqrt(vy(loc)^2+4*y(loc)*g/2))/(-g);
t=linspace(0,tmax,100);
xx=x(loc)+vx(loc)*t;
yy=y(loc)+vy(loc)*t-g*t.^2/2;
subplot(2,3,6);
plot(x,y,'k.',xx,yy,'r--')
title('parabole'); xlabel('x'); ylabel('y');
legend('mesures','theorique')
```