2IN013 Groupe 1

Projet Robotique Cours 2
Géométrie
Modélisation de l'arène - MVC[1]

Nicolas Baskiotis
nicolas.baskiotis@lip6.fr

Laboratoire d'Informatique de Paris 6 (LIP6)
Sorbonne Université

S2 (2019-2020)

[1] Fortement inspiré du cours de V. Guigue

Etat des lieux

N'oubliez pas !!

Principe Agile : au plus simple et démo à chaque sprint !

- On veut voir le projet avancé, pas attendre 1 mois pour savoir où vous en êtes
- Programmation itérative :
  - on développe des petites fonctionnalités
  - on ajoute au fur et à mesure du projet ce dont on a besoin

  $\Rightarrow$ oui, cela revient à repasser n fois sur le même code mais seulement le bout de code qui le nécessite
  - plus économe que de prévoir trop grand, trop complexe.
- "Voir" le projet $\Rightarrow$ le plus urgent ?

$\Rightarrow$ sortie texte (bof) ou graphique !

Etat des lieux

N'oubliez pas !!

Principe Agile : au plus simple et démo à chaque sprint !

- On veut voir le projet avancé, pas attendre 1 mois pour savoir où vous en êtes
- Programmation itérative :
  - on développe des petites fonctionnalités
  - on ajoute au fur et à mesure du projet ce dont on a besoin

  $\Rightarrow$ oui, cela revient à repasser n fois sur le même code mais seulement le bout de code qui le nécessite
  - plus économe que de prévoir trop grand, trop complexe.
- "Voir" le projet $\Rightarrow$ le plus urgent ?

$\Rightarrow$ sortie texte (bof) ou graphique !

Etat des lieux

N'oubliez pas !!

Principe Agile : au plus simple et démo à chaque sprint !

- On veut voir le projet avancé, pas attendre 1 mois pour savoir où vous en êtes
- Programmation itérative :
  - on développe des petites fonctionnalités
  - on ajoute au fur et à mesure du projet ce dont on a besoin

  $\Rightarrow$ oui, cela revient à repasser n fois sur le même code mais seulement le bout de code qui le nécessite
  - plus économe que de prévoir trop grand, trop complexe.
- "Voir" le projet $\Rightarrow$ le plus urgent ?

$\Rightarrow$ sortie texte (bof) ou graphique !

Modélisation arène, robot et physique

Robot

- A priori, le robot est simple mais quand même complexe à modéliser (formes, capteurs, roues, . . .)
- Simplifier au maximum au début !

$\Rightarrow$ Rectangle qui se déplace

Arène

- Beaucoup d'éléments peuvent être intégrés, réfléchir au strict nécessaire !

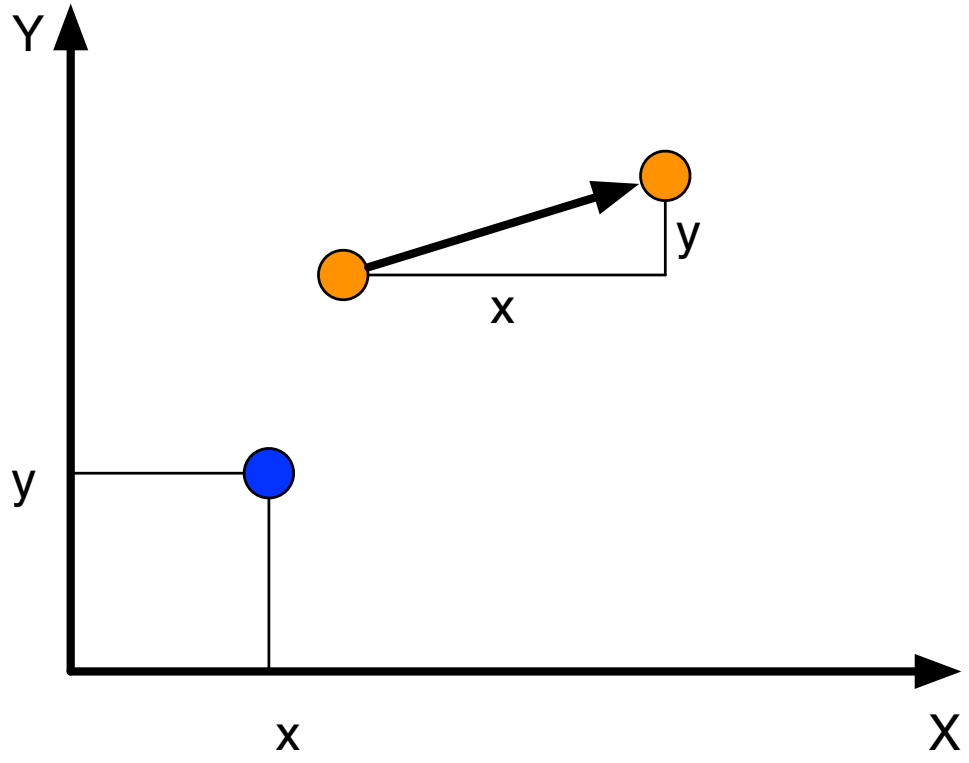
$\Rightarrow$ Sol, murs, . . .

Physique

- On peut simuler les frottements, les roues non alignées, . . .
- Mais dans un premier temps . . . faire simple !

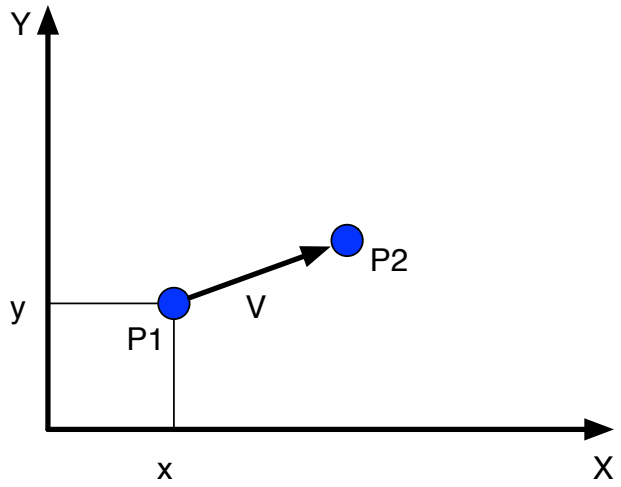
Plan

Repérage dans l'espace 2D



- A l'aide de la classe `Point`
  - Attributs `double` x et y
- La même classe nous permet de gérer les points et les vecteurs

Gestion des déplacements

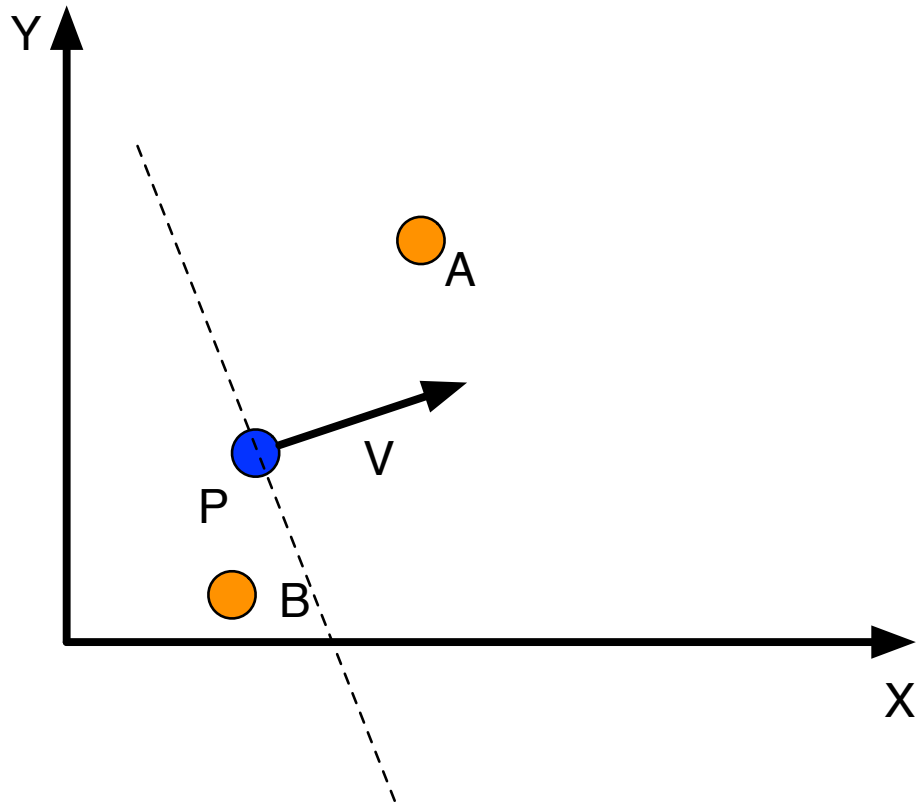


- Déplacements discrets (P: position, V: vitesse):

$$P_2 = P_1 + V, \quad \begin{cases} P_2.x = P_1.x + V.x \\ P_2.y = P_1.y + V.y \end{cases}$$

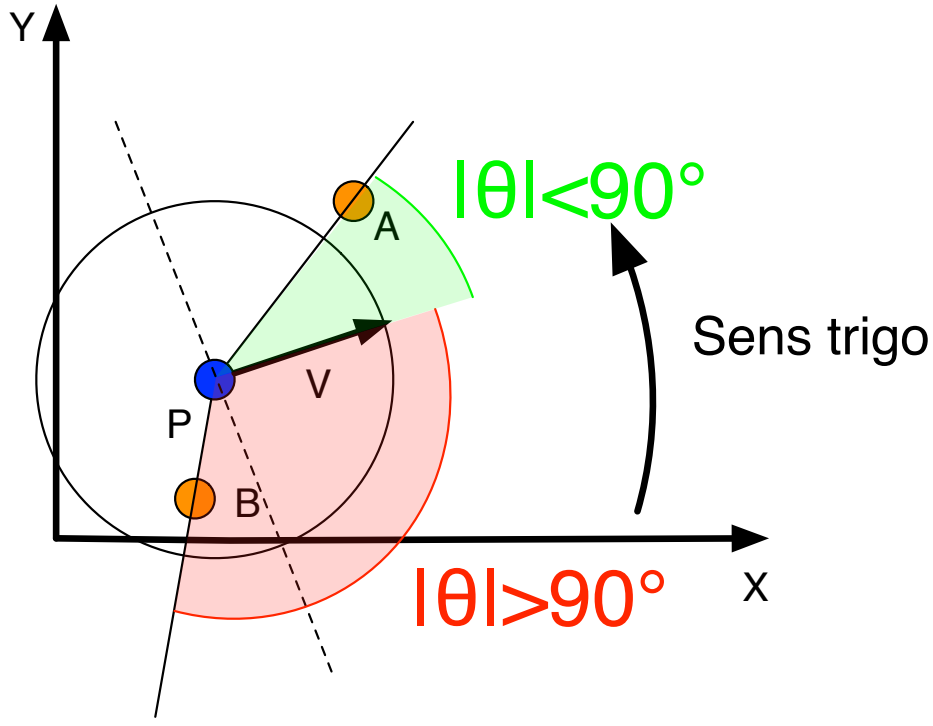
- En physique: $\vec{v} = \dot{\vec{x}} \approx \frac{\vec{x}_{t+1} - \vec{x}_t}{\delta_t}$, pour nous : $\delta_t = 1$ (unité arbitraire)
- En utilisant des vecteurs suffisamment petits: modélisation d'un déplacement continu

Se repérer dans l'espace



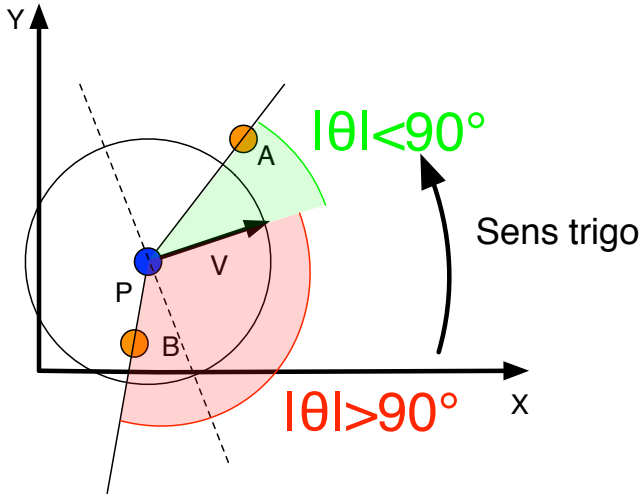
- Un objet est caractérisé par sa position P et sa vitesse V
- Qu'est ce qui est devant, qu'est ce qui est derrière l'objet?
- Qu'est ce qui est à droite, qu'est ce qui est à gauche?

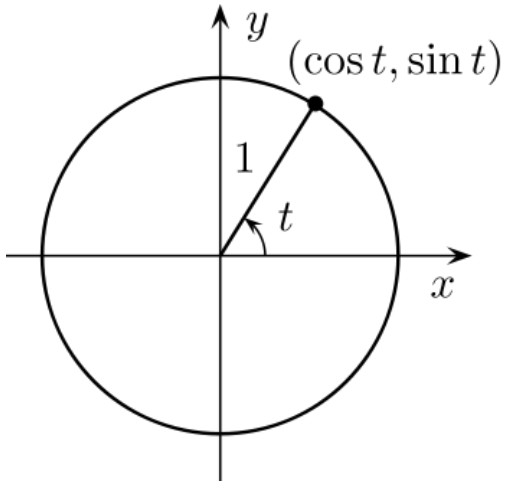
Solution complète: calcul d'angle



- Devant/Derrière: calculer les angles $\widehat{V, PA}$ et $\widehat{V, PB}$
- Gauche/Droite: calculer les angles $\widehat{V, PA}$ et $\widehat{V, PB}$ avec le signe !

Détail du calcul d'angle



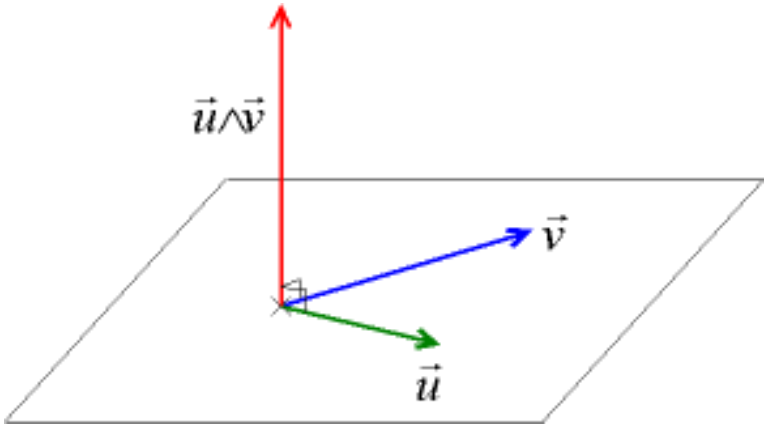


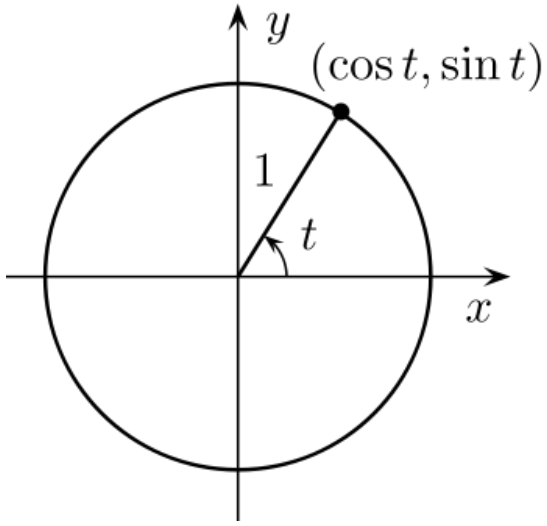
- Produit scalaire $U \cdot V = \langle U, V \rangle = \|U\|\|V\| \cos(\widehat{U, V}) = U_x V_x + U_y V_y$
- Corollaire:

$$\widehat{U, V} = \text{acos}\left(\frac{U \cdot V}{\|U\|\|V\|}\right)$$

- Attention: $\widehat{U, V} \in [0,\ \pi]$, pas de signe ici...
- Le signe de $U \cdot V$ permet de résoudre le pb devant/derrière

Détail du calcul d'angle (suite)





- Produit vectoriel: $\|U \wedge V\| = \|U\|\|V\| \sin(\widehat{U, V})$
- Corollaire:

$$\widehat{U, V} = \text{asin}\left(\frac{U \wedge V}{\|U\|\|V\|}\right) \qquad U \wedge V = \begin{bmatrix} u_2v_3 - u_3v_2 \\ u_3v_1 - u_1v_3 \\ u_1v_2 - u_2v_1 \end{bmatrix}$$

- L'étude de $u_1v_2 - u_2v_1$ permet de connaitre le signe de l'angle...

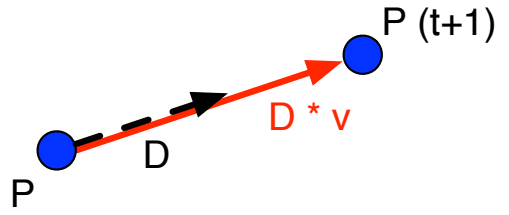
Pré-définition du robot

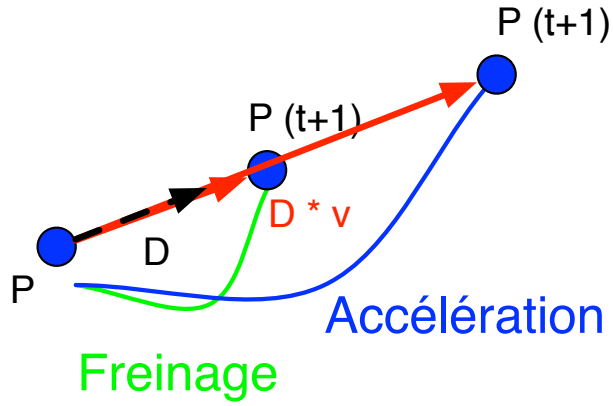
Le robot peut être défini géométriquement par:

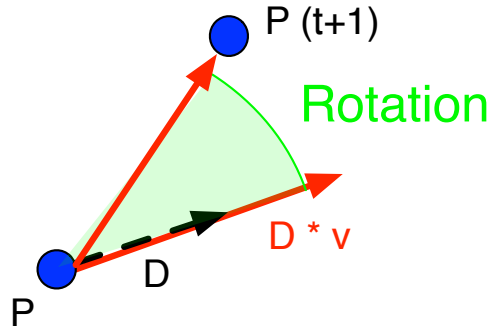
- Sa position: P
- Sa direction (vecteur unitaire) : D
  Conservation de la direction même à l'arrêt
- Sa vitesse (scalaire): $v \in [0,\ vmax]$

La commande du robot peut être sur 2 axes:

- Accélération/Freinage: modification de v
- Commande de direction: modification de D







Rotation sur un vecteur

Définition de la rotation d'un vecteur:

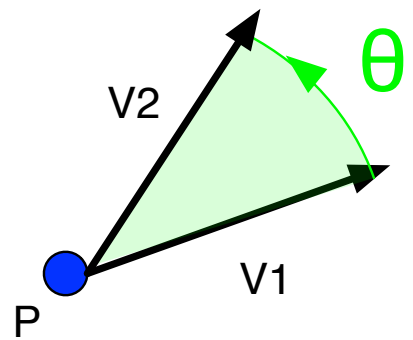
Soit un vecteur $V = \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \end{bmatrix}$, la rotation d'angle θ est obtenu en utilisant la matrice de rotation:

$$R = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) \end{bmatrix}, \quad V' = RV$$

C'est à dire en utilisant la mise à jour:

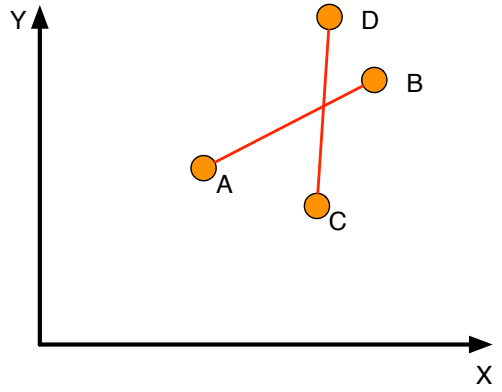
- $v'_x = v_x \cos(\theta) - v_y \sin(\theta)$
- $v'_y = v_x \sin(\theta) + v_y \cos(\theta)$

ATTENTION à ne pas modifier v_x avant la seconde ligne



Autre possibilité : utiliser les coordonnées polaires.

Approfondissement: collisions



(Problématique de base dans les cartes graphiques/moteur physique)

Comment détecter la collision de deux vecteurs?

- Si C et D sont à gauche et à droite de AB
- ET que A et B sont à gauche et à droite de CD

Résultat:

S'ils sont de part et d'autre, l'un des produit vectoriel est positif, l'autre négatif...

$$(AB \wedge AC)(AB \wedge AD) < 0 \text{ ET } (CD \wedge CA)(CD \wedge CB) < 0$$

Résumé des méthodes possibles de la classe `Vecteur`

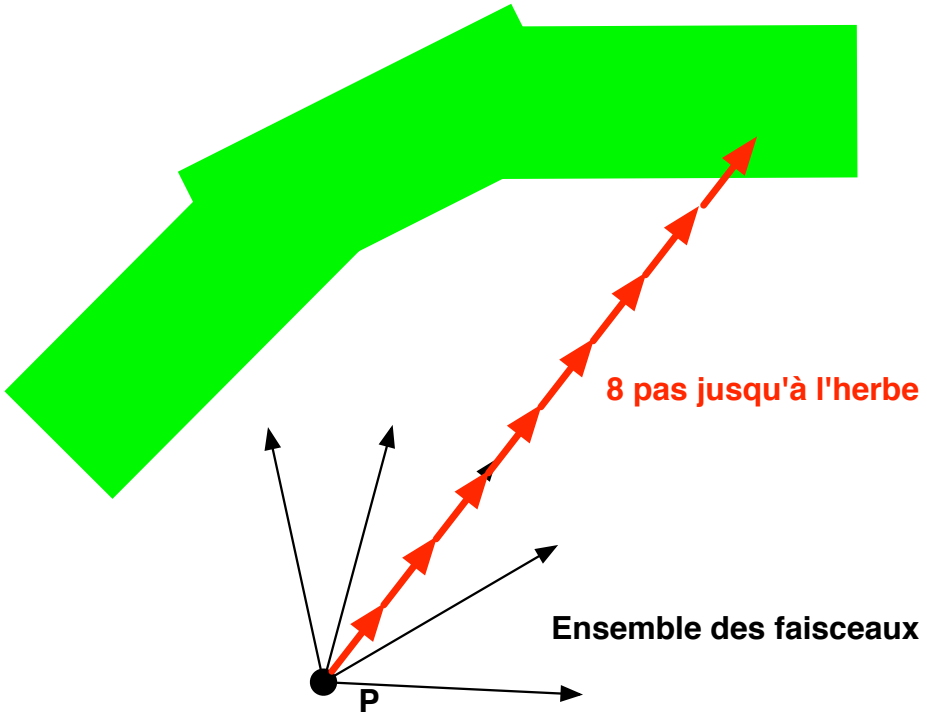
- Addition, soustraction
  - génération d'un nouveau vecteur
  - auto-opérateur
- produit scalaire
- produit vectoriel (composante en z)
- multiplication par un scalaire
- rotation
- calcul de la norme
- clonage
- test d'égalité (structurelle)

Plan

Senseur de distance

- Permet de savoir la distance (bruitée) d'un obstacle devant le robot.
- Comment le faire algorithmiquement ?

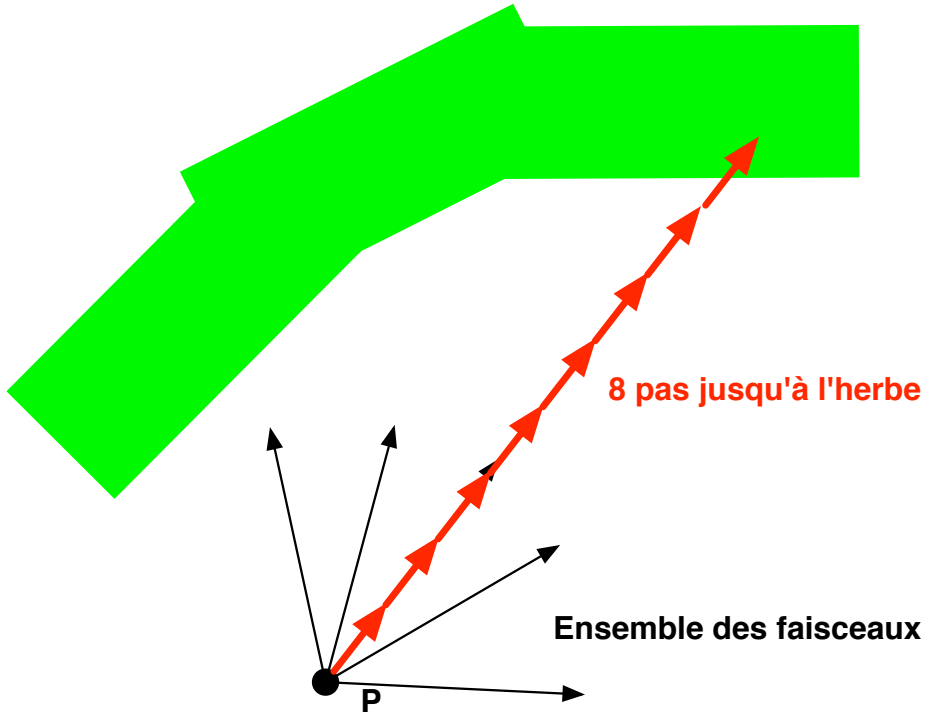
- Partir du robot
- Dans la direction D devant le robot
- Avancer d'un pas EPS
- Recommencer tant qu'il n'y a pas d'obstacle
- Renvoyer le nombre de pas effectués



Senseur de distance

- Permet de savoir la distance (bruitée) d'un obstacle devant le robot.
- Comment le faire algorithmiquement ?

- Partir du robot
- Dans la direction D devant le robot
- Avancer d'un pas EPS
- Recommencer tant qu'il n'y a pas d'obstacle
- Renvoyer le nombre de pas effectués



Le problème du bruit

- Dans le modèle
- Dans les données des capteurs

$\Rightarrow$ modélisation aléatoire
2 classes intéressantes

- `random`
  - bruit uniforme, tirage d'entier, tirage gaussien
- `numpy.random`
  - Gestion de matrice aléatoire
  - Tirage selon la plupart des lois usuelles

Plan

Lasagne, spaghetti ou ravioli ?

- Spaghetti :
  - Code imbriqué, compliqué, pas (ou très peu) de classes
  - méthodes longues, et trop complexes.

  $\Rightarrow$ le pire ! à éviter
- Lasagne :
  - Code structuré, beaucoup de différentes classes bien réparties
  - mais changer une couche nécessite de changer toutes les couches (souvent le problème de trop de petites classes).

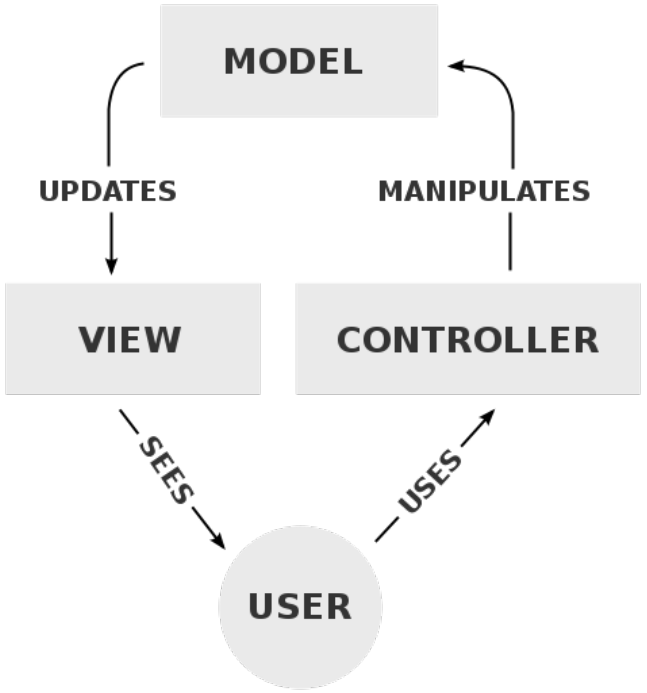
  $\Rightarrow$ Trop d'interdépendances, peu mieux faire
- Ravioli :
  - Bonne séparation des classes et des concepts, peut être réutilisable
  - chacun stand-alone, on peut changer indépendamment chaque classe

  $\Rightarrow$ Bien mais attention aux foisonnements de classes, il peut être difficile de comprendre les interactions.

Vers un système indépendant

- On veut un système indépendant
  - Pouvoir le brancher ou le débrancher facilement, sans intervenir dans le code de la simulation
  - Pouvoir changer de système de visualisation
- Il existe un modèle standard (assez lourd) pour gérer cette situation: MVC Model View Controller

- Une vue générique est élément capable de gérer la vue d'un objet.
- Pour chaque élément (robot, arène,...), un objet vue est créé.
- Lorsque le modèle change il informe le Contrôleur (évènement)
- Le Contrôleur met à jour les informations d'affichage
- Ces dernières étapes peuvent se faire par le contrôleur.



credit: wikipedia

Principe général

Evénement *vs* programmation linéaire

Différents éléments réagissent les uns par rapport aux autres: ils émettent des événements et écoutent ce qui se passe autour d'eux.

Principe: chaque composant doit être indépendant, le main fait le lien entre certains émetteurs et certains récepteurs.

Exemple:

1. Le robot bouge, le modèle doit envoyer un signal: *update*
2. Si la vue est branchée, elle reçoit le message et procède à une mise à jour

Emetteur/récepteur

- **Émetteur**: le modèle émet un évènement lorsqu'une mise à jour de l'affichage est nécessaire
  - L'émission revient à un appel de méthode dans le récepteur
  - L'émetteur doit connaître/stocker les récepteurs pour pouvoir leur envoyer le message
  - Les récepteurs doivent répondre à un cahier des charges: on doit être sur que la méthode de réception est implémentée...
- **Récepteur**: le Contrôleur reçoit le message à travers un appel à une méthode. Il met à jour le modèle.
  - L'observeur fait le tampon entre le modèle et l'affichage, c'est le garant de l'indépendance

Séquence de communication

ACTE 0: Le main fait le lien entre la Vue, le Contrôleur et le Modèle physique

ACTE 1: Emission/Diffusion

- La simulation décide d'envoyer un message
  appel à `void update()`

```
def update():
  for listener in listeners:
      listener.manageUpdate();
```

ACTE 2: Reception

Les méthodes `manageUpdate()` des récepteurs sont invoquées

ACTE 3: Mise à jour de la vue

- Le controleur/vue a une liste des observeurs :

```
def manageUpdate():
  for observer in observers:
     o.doSomething()
```