

2. Les Équations Mathématiques Utilisées dans la Simulation

Ce projet de simulation intègre plusieurs équations mathématiques pour modéliser le comportement des piétons, des véhicules, des feux de signalisation, ainsi que pour gérer les collisions et les interactions. Voici une analyse des équations utilisées, rédigée en français.

2.1 Mouvement des Piétons (Pietons)

2.1.1 Déplacement vers le Point Cible

Les piétons se déplacent d'un point de départ vers un point cible en suivant la formule :

$$x_{\text{nouveau}} = x_{\text{actuel}} + v_x \cdot \Delta t$$

$$y_{\text{nouveau}} = y_{\text{actuel}} + v_y \cdot \Delta t$$

- $x_{\text{nouveau}}, y_{\text{nouveau}}$: Position mise à jour.
- $x_{\text{actuel}}, y_{\text{actuel}}$: Position actuelle.
- v_x, v_y : Composantes de la vitesse dans les directions X et Y.
- Δt : Intervalle de temps (dans le code, 16 ms).

Algorithme :

1. Un piéton se déplace vers un waypoint ($x_{\text{cible}}, y_{\text{cible}}$).
2. Lorsqu'il atteint ce waypoint, il passe au waypoint suivant.
3. Après avoir atteint la destination finale, il retourne au point de départ.

2.1.2 Contrôle des Feux de Signalisation

Si un piéton est proche d'un feu de signalisation, il vérifie la couleur du feu avant de continuer :

$$d = \sqrt{(x - x_{\text{feu}})^2 + (y - y_{\text{feu}})^2}$$

- d : Distance entre le piéton et le feu de signalisation.
- Si $d \leq 30$ et que le feu est "vert", le piéton s'arrête. Sinon, il continue de marcher.

2.2 Mouvement des Véhicules (Vehicules)

2.2.1 Équation de Mouvement

Les véhicules commencent leur déplacement avec une vitesse initiale définie comme $v_{\text{initial}} = 5.0 \text{ pixels/boucle}$. Cela signifie que chaque boucle (16 millisecondes) les fait avancer de 5 pixels.

La mise à jour de la position des véhicules est donnée par les équations suivantes :

$$x_{\text{nouveau}} = x_{\text{actuel}} + v \cdot \Delta t$$

$$y_{\text{nouveau}} = y_{\text{actuel}} + v \cdot \Delta t$$

Calcul de la Vitesse :

- Chaque boucle correspond à un déplacement de 5 pixels.

- Avec 62,5 boucles/seconde, la vitesse initiale des véhicules est :

$$v_{\text{initial}} = 5 \text{ pixels/boucle} \times 62,5 \text{ boucles/seconde} = 312,5 \text{ pixels/seconde.}$$

- Lorsqu'ils ralentissent au feu jaune, les véhicules avancent de seulement 1 pixel/boucle, soit une vitesse réduite de :

$$v_{\text{ralenti}} = 1 \text{ pixel/boucle} \times 62,5 \text{ boucles/seconde} = 62,5 \text{ pixels/seconde.}$$

—

2.2.2 Contrôle des Feux de Signalisation

La distance entre un véhicule et un feu est calculée comme suit :

$$d = |x_{\text{véhicule}} - x_{\text{feu}}|$$

Les règles suivantes s'appliquent :

- Si $d \leq 50$:
 - Le véhicule s'arrête ($v = 0$) si le feu est "rouge".
 - Il ralentit ($v = 1.0 \text{ pixels/boucle}$) si le feu est "jaune".
 - Il continue normalement ($v = 5.0 \text{ pixels/boucle}$) si le feu est "vert".
- Si $d > 50$, le véhicule maintient sa vitesse actuelle.

—

2.2.3 Contrôle de la Distance entre les Véhicules

Les véhicules vérifient la distance avec le véhicule devant eux pour éviter les collisions :

$$d = x_{\text{devant}} - x_{\text{actuel}}$$

Les règles suivantes s'appliquent :

- Si $d < \text{DISTANCE_MINIMALE}$ (50 pixels) :
 - Le véhicule ralentit ou s'arrête complètement ($v = 0$).
- Sinon, le véhicule continue normalement ($v = 5.0 \text{ pixels/boucle}$).

—

2.2.4 Résumé des Comportements de Vitesse

Le comportement des véhicules peut être résumé comme suit :

- **Initialisation** : Les véhicules commencent avec une vitesse initiale de $v_{\text{initial}} = 5.0 \text{ pixels/boucle}$, soit 312,5 pixels/seconde.
- **Feux de signalisation** : La vitesse est ajustée selon la distance et la couleur du feu :
 - $v = 0$ pour un feu rouge.
 - $v = 1.0 \text{ pixels/boucle}$ pour un feu jaune (62,5 pixels/seconde).
 - $v = 5.0 \text{ pixels/boucle}$ pour un feu vert (312,5 pixels/seconde).
- **Distance entre véhicules** : Si un véhicule est trop proche de celui devant lui ($d < 50$), il ralentit ou s'arrête.

2.3 Gestion des Collisions

Les collisions entre les piétons et les véhicules sont détectées par :

$$\text{Collision} = \sqrt{(x_{\text{piéton}} - x_{\text{véhicule}})^2 + (y_{\text{piéton}} - y_{\text{véhicule}})^2} < r$$

- r : Rayon de collision (20 pixels).
- Si la distance est inférieure à r , une collision est détectée. Le véhicule ou le piéton s'arrête.

2.4 Synchronisation des Feux de Signalisation (Feu)

Les feux de signalisation changent de couleur selon un cycle défini :

- **Vert** : 5 secondes.
- **Jaune** : 1 seconde.
- **Rouge** : 3 secondes.

2.5 Contrôle de la Vitesse

2.5.1 Modification de la Vitesse des Véhicules et Piétons

Les boutons permettent de modifier dynamiquement la vitesse :

$$v_{\text{nouveau}} = v_{\text{actuel}} \pm \Delta v$$

- $\Delta v = 0.5$: Incrément de vitesse.

2.5.2 Modification de la Durée des Feux

Les boutons modifient la durée des cycles des feux :

$$t_{\text{nouveau}} = t_{\text{actuel}} \pm \Delta t$$

- $\Delta t = 1000$ ms : Changement dans la durée du cycle.

2.6 Visualisation

2.6.1 Coordonnées de Dessin

- Les véhicules sont dessinés comme des rectangles (20x20 pixels).
- Les piétons sont représentés par des cercles (15 pixels de diamètre).

2.6.2 Affichage des Collisions

Lorsqu'une collision est détectée, un "X" est affiché aux coordonnées suivantes :

$$(x_{\text{collision}}, y_{\text{collision}})$$

2.7 Résumé

| Composant | Équations Principales |
|------------|---|
| Piétons | Déplacement : $x_{\text{nouveau}} = x_{\text{actuel}} + v_x \cdot \Delta t$ |
| Véhicules | Déplacement : $x_{\text{nouveau}} = x_{\text{actuel}} + v \cdot \Delta t$ |
| Collisions | $d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$ |
| Feux | $t_{\text{actuel}} = t_{\text{écoulé}} \bmod t_{\text{cycle}}$ |
| Vitesse | $v_{\text{nouveau}} = v_{\text{actuel}} \pm \Delta v$ |