

Modélisation d'une épreuve de course à pied

L'objet de ce projet est de modéliser une épreuve de course à pied parcouru par un nombre arbitraire de concurrents.

Le programme devra, à partir d'un parcours prédéfini, d'aléas de course, et les caractéristiques physiques propres à chaque coureur, calculer leur vitesse de course individuelle, déterminer leur classement ainsi que la distance qu'il a parcourue en pseudo temps réel. A la fin de l'épreuve, il donnera le classement général.

De plus, durant le déroulement de l'épreuve, le programme indiquera en continu et graphiquement la distance parcourue par quelques coureurs (les cinq premiers par exemple) dans une console ou à l'aide d'interfaces graphiques qui pourront être animées pour donner un aspect ludique au projet. Pour faciliter l'intégration de ces interfaces et la gestion de ce projet, des outils/bibliothèques comme cmake, git, SFML, seront présentés lors du prochain cours.

Calcul de la performance de chaque coureur

De très nombreux critères influencent les performances d'un athlète lors d'une épreuve aussi longue qu'un marathon. Pour les principaux:

- a. La préparation à l'épreuve c'est à dire suivre un plan d'entraînement plus ou moins long associé à une alimentation la plus équilibré possible ;
- b. Suivre un parcours présentant des caractéristiques propres à chaque épreuve et qui peut évoluer au gré d'évolutions notamment climatiques ;
- c. Disposer d'un ravitaillement permettant de compenser les pertes énergétiques et hydriques durant l'épreuve ;
- d. Avoir une condition physique intrinsèque et un équipement permettant au participant de courir l'épreuve dans de bonnes conditions et une volonté lui permettant de surmonter les difficultés liées à la course.

Pour simplifier la modélisation, seuls quelques critères qui peuvent être facilement déterminés sont considérés. Ils sont précisés ci-dessous :

- a. Un plan d'entraînement se déroule généralement pendant 12 à 16 semaines, suivant des distances, allures et répétitions préétablies. Sans examiner le contenu des séances,

il sera considéré que chaque semaine apporte un capital supplémentaire pour courir la course dans de bonnes conditions (voir le tableau "Coureur") ;

- b. Une des principales caractéristiques d'un parcours est son dénivelé. La vitesse d'un coureur diminue par rapport à sa vitesse moyenne avec un dénivelé positif et augmente avec un dénivelé négatif. En outre, les conditions atmosphériques, vent, pluie, température influencent considérablement les allures de course. Pour cette modélisation, seul est considéré la vitesse du vent (voir le tableau "Parcours").
- c. Plusieurs points de ravitaillement sont répartis sur le parcours. Ils disposent de suffisamment de réserve pour satisfaire les apports hydriques et glucidiques (entre autres) pour tous les coureurs. Toutefois, les coureurs peuvent ne pas se ravitailler correctement et/ou choisir de ne pas se ravitailler. Seul l'apport hydrique sera considéré (voir les tableaux "Parcours" et "Coureur").
- d. Plusieurs paramètres influencent la vitesse de course. Pour cette modélisation sont considérés : le poids du coureur, sa taille, poids de ses chaussures, la vitesse moyenne de course obtenue lors d'un précédent marathon (voir le tableau "Coureur").

Travail à effectuer

La modélisation débute par la création du parcours. Il est lu à partir d'un fichier et peut être généré :

- 1) A partir d'un parcours existant trouvé sur l'Internet ;
- 2) Défini étape par étape ;
- 3) Généré aléatoirement.

Il devra comporter quelques dénivelés (positif/négatif) et huit points de ravitaillement sont répartis tout au long du parcours.

Un nombre significatif de participants ayant les caractéristiques présentées dans le tableau "Coureur" sont lues à partir d'un fichier. L'ensemble de ces caractéristiques peut être préalablement généré aléatoirement et sauvegardé dans ce fichier.

A chaque point de ravitaillement, chaque coureur se ravitaille totalement ou partiellement suivant les informations données dans le tableau "Coureur". La quantité d'eau bue à chaque ravitaillement est dans les limites indiquées dans le tableau "Coureur". Elle est soit préétablie pour tous les ravitaillements et pour chaque coureur, ou généré aléatoirement lors du passage du coureur au point de ravitaillement. La vitesse du vent peut également varier pendant la course faisant aussi varier la vitesse instantanée des coureurs suivant les équations précisées dans le chapitre : "Calcul de la vitesse en fonction de la vitesse du vent et de la vitesse

intrinsèque du coureur". Ces variations peuvent être préétablies avant la course ou générée aléatoirement à interval régulier pendant l'épreuve.

Le format de l'affichage des résultats est relativement libre. Un fichier "résultats" devra être généré à la fin de l'épreuve. Il comporte le classement, le temps de parcours, et la vitesse moyenne de chaque coureur. Le programme devra également tracer en continu un diagramme à barres donnant la distance parcourue par quelques coureurs et leur vitesse instantanée. Ce diagramme pourra être formé par une suite de caractères dans la console ou dessiné dans des fenêtres graphiques avec ou sans animations.

Critères choisis pour la modélisation

Ils sont synthétisés dans les deux tableaux, "Parcours" et "Coureur", suivants :

Parcours	Distance, dénivelé, kilométrage
Dénivelé positif	1 % de perte de vitesse pour 1,5 % de pente (variation linéaire)
Dénivelé négatif	Accroissement de la vitesse de 0,35 % pour 1,5 % de pente (variation linéaire)
Conditions atmosphériques	Principalement le vent, la vitesse est calculée par les équations ci-dessous.
Ravitaillement	Position sur le parcours

Coureur	Nom, numéro de dossard
Masse	Entre 45 et 120kg
Taille	Entre 1m30 et 2m
Poids de la chaussure	Entre 100 et 300 gr, la vitesse moyenne diminue linéairement avec l'augmentation du poids des

	chaussures. Pour 100gr ajouté, la vitesse moyenne diminue de 1,1%
Vitesse moyenne obtenue lors d'un précédent marathon	Entre 8 et 20 km/h
Nombre de semaines de préparation	Entre 8 et 16 semaines : Avec 8 semaines, la vitesse de course diminue linéairement à partir de la moitié de la distance pour atteindre 80% de la vitesse de course initiale à la fin du parcours. Avec 16 semaines de préparation, sa vitesse est maintenue jusqu'à la fin du parcours. Entre 8 et 16 semaines, cette vitesse commence à diminuer à partir de la distance : $42.195/2 \times (1 + (\text{nombre de semaines de préparation} - 8)/8)$ pour atteindre 80% de la vitesse de course initiale.
Hydratation en litres	<p>Le coureur est correctement hydraté au début de la course et devrait tout au long de la course boire en moyenne 500 ml/heure. A chaque ravitaillement, il aura à sa disposition entre un huitième et un demi-litre d'eau. S'il ne s'est pas suffisamment hydraté, ses performances diminuent suivant la formule : $1 - \text{apport hydrique en litres} / (0.5l \times \text{temps total en heures et minutes})$.</p> <p>Si le résultat est compris entre 0.8 et 0.2 la vitesse du coureur diminue linéairement entre 1 et 5% respectivement. En dessous d'un apport de 0,2 le coureur abandonne au bout de 2 km (avant même d'atteindre un autre point de ravitaillement).</p>
Distance Parcourue	Calculée en temps réel

Calcul de la vitesse de course en fonction de la vitesse du vent et de la vitesse intrinsèque du coureur

L'influence de la vitesse du vent est approximée à partir de la puissance intrinsèque du coureur, P_t , la puissance perdue/gagnée par la vitesse du vent (face/derrière) en m/s, P_a , et la puissance de course, P_r .

1. $P_t = P_r + P_a$ avec :
2. $P_r = V(\text{m/s}) * \text{masse du coureur} * 0.98$
3. $P_a = 0.5 * \rho_{\text{air}} * 0.137 * \text{taille du coureur(m)} * (V_{\text{coureur}}(\text{m/s}) + V_{\text{vent}}(\text{m/s}))^2 * V_{\text{coureur}}(\text{m/s})$

$P_{t_{\text{max}}}$ est calculée initialement par (1) à la vitesse de course obtenue par le coureur lors d'une précédente course en considérant que lors de cette course la vitesse du vent était minimale ($V_{\text{vent}} = 0$) dans (3).

La vitesse de course est alors calculée par les équations :

4. $P_r = P_{t_{\text{max}}} - P_a$ avec P_a calculée par (3) et
5. $V = P_r / (\text{masse du coureur} * 0.98)$

L'influence du vent peut dépendre de l'angle d'orientation (bonus).