Algorithm 1 Algorithme du Filtre de Kalman Non Linéaire Unscented (UKF)

Require:

1: Vecteur d'état initial $X_0 = [x_0, v_{x0}, y_0, v_{y0}]$
2: Matrice de covariance initiale de l'état P_0
3: Matrice de covariance du bruit de processus Q
4: Matrice de covariance du bruit de mesure R

Initialisation :

5: Définir les paramètres pour le calcul des points sigma, par exemple λ
6: **while** données de mesure disponibles **do Phase de Prédiction :**
7: Calculer les points sigma χ_k en utilisant l'équation :

$$\chi_k = \{X_k, X_k + \sqrt{(n+\lambda)P_k}, X_k - \sqrt{(n+\lambda)P_k}\}$$

où n est la dimension de l'état et λ est un paramètre pour la répartition des points sigma.

8: Prédire les points sigma pour l'étape suivante en utilisant l'équation :

$$\chi^i_{k+1} = F \cdot \chi^i_k$$

9: Prédire les mesures pour les points sigma en utilisant l'équation :

$$Y^i_{k+1} = h(\chi^i_{k+1})$$

10: Calculer la moyenne pondérée $\hat{X}_{k+1}$ en utilisant :

$$\hat{X}_{k+1} = \sum_{i=0}^{2n} W^m_i \cdot \chi^i_{k+1}$$

11: Calculer la moyenne pondérée des mesures $\hat{Y}_{k+1}$ en utilisant :

$$\hat{Y}_{k+1} = \sum_{i=0}^{2n} W^m_i \cdot Y^i_{k+1}$$

12: Calculer les matrices de covariance $P_{xy,k+1}$, $P_{xx,k+1}$ et $P_{yy,k+1}$ en utilisant les équations suivantes :

$$P_{xy,k+1} = \sum_{i=0}^{2n} W^c_i \cdot (\chi^i_{k+1} - \hat{X}_{k+1}) \cdot (Y^i_{k+1} - \hat{Y}_{k+1})^T$$

$$P_{xx,k+1} = \sum_{i=0}^{2n} W^c_i \cdot (\chi^i_{k+1} - \hat{X}_{k+1}) \cdot (\chi^i_{k+1} - \hat{X}_{k+1})^T$$

$$P_{yy,k+1} = \sum_{i=0}^{2n} W^c_i \cdot (Y^i_{k+1} - \hat{Y}_{k+1}) \cdot (Y^i_{k+1} - \hat{Y}_{k+1})^T$$

Phase de Mise à Jour :

13: Calculer le gain de Kalman K_{k+1} en utilisant :

$$K_{k+1} = P_{xy,k+1} \cdot (P_{yy,k+1} + R)^{-1}$$

14: Mettre à jour l'estimation de l'état X_{k+1} en utilisant :

$$X_{k+1} = \hat{X}_{k+1} + K_{k+1} \cdot (Y_{k+1,\text{observé}} - \hat{Y}_{k+1})$$

15: Mettre à jour la matrice de covariance de l'état P_{k+1} en utilisant :

$$P_{k+1} = P_{xx,k+1} - K_{k+1} \cdot P_{yy,k+1} \cdot K^T_{k+1}$$

Obtenir la mesure suivante $Y_{k+1,\text{observé}}$