



MUSe

A Smooth-turn Mobility Model for Airborn Networks [1]

Vincent Autefage

autefage@labri.fr



Quelques définitions

Airborn Network (AN)

Un AN est une **infrastructure de communications** pour **réseaux aériens**. Cela inclut l'ensemble des communications dites *en vol* :

- avion \leftrightarrow satellite
- avion \leftrightarrow avion
- avion \leftrightarrow station sol

Modèle de mobilité

C'est une **représentation des mouvements** de chaque nœud d'un réseau mobile **au cours du temps** selon divers paramètres :

- Localisation,
- Vitesse,
- Accélération,
- etc.

Quelques définitions

Airborn Network (AN)

Un AN est une **infrastructure de communications** pour **réseaux aériens**. Cela inclut l'ensemble des communications dites *en vol* :

- avion \leftrightarrow satellite
- avion \leftrightarrow avion
- avion \leftrightarrow station sol

Modèle de mobilité

C'est une **représentation des mouvements** de chaque nœud d'un réseau mobile **au cours du temps** selon divers paramètres :

- Localisation,
- Vitesse,
- Accélération,
- etc.

Exemples de modèles de mobilité

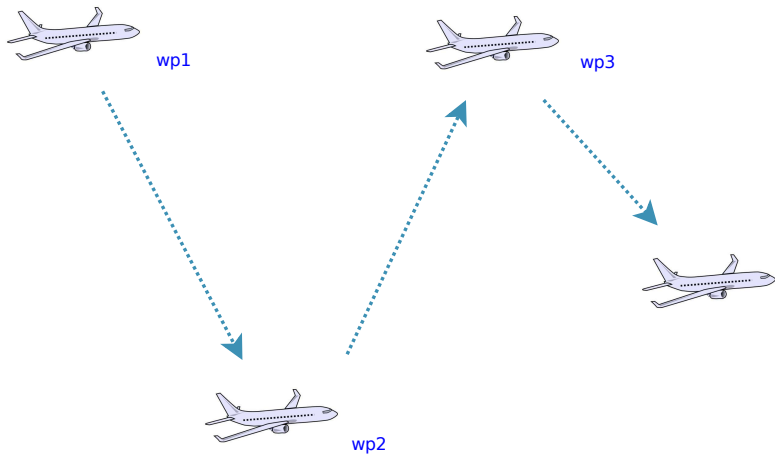


FIGURE: *Random Waypoint (RWP)*

Exemples de modèles de mobilité

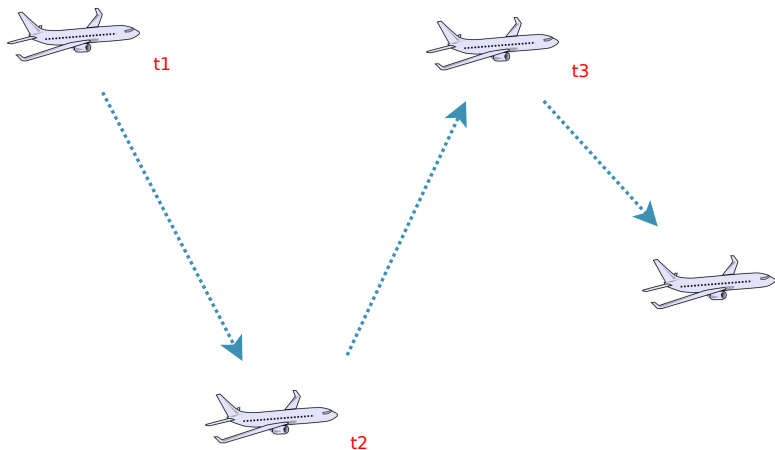


FIGURE: *Random Direction (RD)*

De l'utilité d'un nouveau modèle

Problème

RWP et RD sont **incompatibles avec les contraintes des avions**. En effet, la mécanique et l'aérodynamique de ces appareils ne leur permettent pas d'effectuer des **virages serrés**, (*sharp turns*), des **retours en arrière** ou des **changements de trajectoires trop fréquents**.

Propriété

RD garantit une **distribution uniforme** des éléments mobiles dans un espace borné. Cela nous garantit une **bonne connectivité** du réseau tout au long de son existence. C'est une propriété importante par rapport à la **qualité des communications** [2, 3].

Idée

Définir un nouveau **modèle dédié aux ANs** et prenant en compte leurs spécificités et maintenir l'**uniformité de la distribution**. C'est à dire prendre en compte des **virages en douceur** (*smooth turns*), de **grande envergure** et privilégier les **trajectoires rectilignes**.

De l'utilité d'un nouveau modèle

Problème

RWP et RD sont **incompatibles avec les contraintes des avions**. En effet, la mécanique et l'aérodynamique de ces appareils ne leur permettent pas d'effectuer des **virages serrés**, (*sharp turns*), des **retours en arrière** ou des **changements de trajectoires trop fréquents**.

Propriété

RD garantit une **distribution uniforme** des éléments mobiles dans un espace borné. Cela nous garantit une **bonne connectivité** du réseau tout au long de son existence. C'est une propriété importante par rapport à la **qualité des communications** [2, 3].

Idée

Définir un nouveau **modèle dédié aux ANs** et prenant en compte leurs spécificités et maintenir l'**uniformité de la distribution**. C'est à dire prendre en compte des **virages en douceur** (*smooth turns*), de **grande envergure** et privilégier les **trajectoires rectilignes**.

De l'utilité d'un nouveau modèle

Problème

RWP et RD sont **incompatibles avec les contraintes des avions**. En effet, la mécanique et l'aérodynamique de ces appareils ne leur permettent pas d'effectuer des **virages serrés**, (*sharp turns*), des **retours en arrière** ou des **changements de trajectoires trop fréquents**.

Propriété

RD garantit une **distribution uniforme** des éléments mobiles dans un espace borné. Cela nous garantit une **bonne connectivité** du réseau tout au long de son existence. C'est une propriété importante par rapport à la **qualité des communications** [2, 3].

Idée

Définir un nouveau **modèle dédié aux ANs** et prenant en compte leurs spécificités et maintenir l'**uniformité de la distribution**. C'est à dire prendre en compte des **virages en douceur** (*smooth turns*), de **grande envergure** et privilégier les **trajectoires rectilignes**.

Modèles de mobilité existants pour les ANs

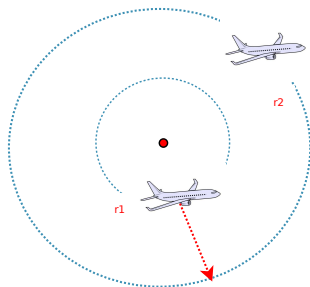


FIGURE: *Semi-Random Circular Movement* [4]

SRCM

- Idéal pour les réseau d'UAVs.
- Dédié aux missions de *recherche et sauvetage* dans une zone restreinte et pré-déterminée.

Modèles de mobilité existants pour les ANs

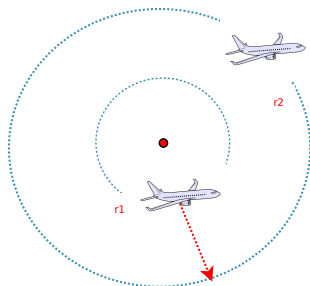


FIGURE: *Semi-Random Circular Movement* [4]

SRCM

- Idéal pour les réseau d'UAVs.
- Dédié aux missions de *recherche et sauvetage* dans une zone restreinte et pré-déterminée.

Modèles de mobilité existants pour les ANs

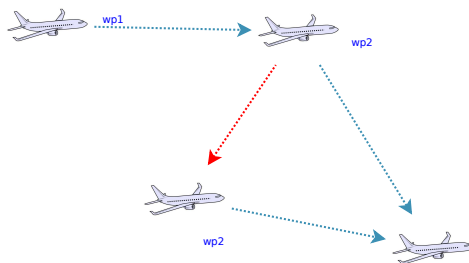


FIGURE: *Flight Plan-based* [5]

FP

- Nécessite un plan de vol préalable.
- Dédié aux missions de *transport de marchandises*.

Modèles de mobilité existants pour les ANs

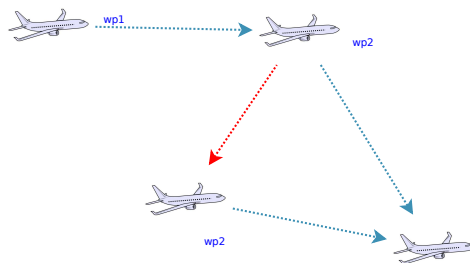


FIGURE: *Flight Plan-based* [5]

FP

- Nécessite un plan de vol préalable.
- Dédié aux missions de *transport de marchandises*.

Modèle de mobilité proposé pour les ANs de *patrouille*

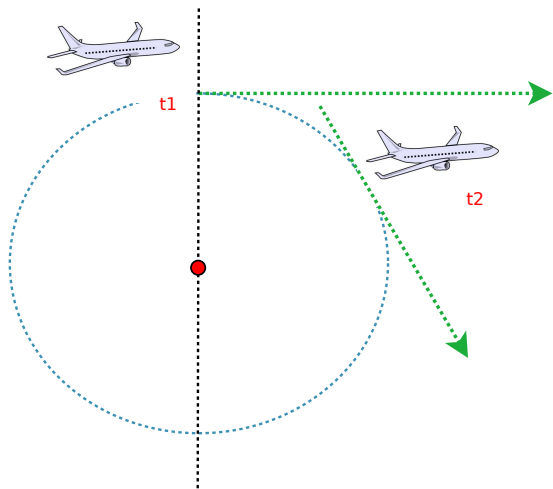
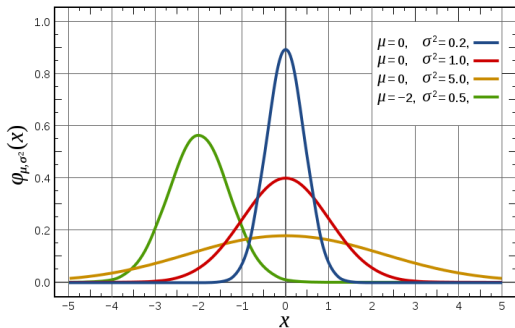


FIGURE: *Smooth Turn* (ST)

Modèle de mobilité proposé pour les ANs de *patrouille*

Propriétés

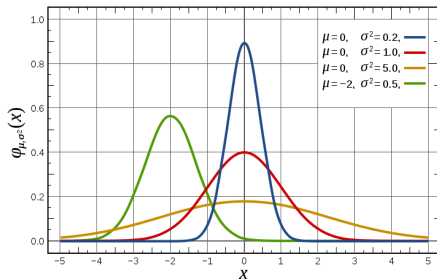
- Accélération tangentielle a_t nulle.
- Accélérations centripètes $a_n(T_i)$, $a_n(T_{i+1})$ potentiellement différentes.
- Inverse de la distance entre $Centre(T_i)$ et $Centre(T_{i+1})$ répond à une loi gaussienne.



Modèle de mobilité proposé pour les ANs de *patrouille*

Paramètres

- Vitesse $V \in [80 - 800]$ Km/heure [5].
- Le temps de maintien d'un même centre λ .
- La variance σ^2 de la loi gaussienne qui impact la sélection des nouveaux caps.
 - $\sigma^2 \rightarrow 0 \Leftrightarrow \text{Distance}(C_{T_i}, C_{T_{i+1}}) \nearrow \Leftrightarrow \text{Smooth} - \text{Turn}$
 - $\sigma^2 \rightarrow 1 \Leftrightarrow \text{Distance}(C_{T_i}, C_{T_{i+1}}) \searrow \Leftrightarrow \text{Sharp} - \text{Turn}$



Modèle de mobilité proposé pour les ANs de *patrouille*

Théorème 1

n véhicules aériens \rightsquigarrow indépendamment dans un **espace borné** en appliquant le modèle de mobilité ST. Le **positionnement initial** de ces véhicules ainsi que les **angles de changement de caps** sont **uniformément distribués**

\Rightarrow Ils le resteront $\forall T_i$.

Théorème 2

n véhicules aériens \rightsquigarrow indépendamment dans un **espace borné** en appliquant le modèle de mobilité ST. Le **positionnement** de ces véhicules est **uniformément distribué**, $\lambda \in]0, +\infty[$ et $\sigma \neq 0$

\Rightarrow Le **positionnement** de ces véhicules ainsi que les **angles de changement de caps** seront **uniformément distribués**.

Modèle de mobilité proposé pour les ANs de *patrouille*

Théorème 1

n véhicules aériens \rightsquigarrow indépendamment dans un **espace borné** en appliquant le modèle de mobilité ST. Le **positionnement initial** de ces véhicules ainsi que les **angles de changement de caps** sont **uniformément distribués**

\Rightarrow Ils le resteront $\forall T_i$.

Théorème 2

n véhicules aériens \rightsquigarrow indépendamment dans un **espace borné** en appliquant le modèle de mobilité ST. Le **positionnement** de ces véhicules est **uniformément distribué**, $\lambda \in]0, +\infty[$ et $\sigma \neq 0$

\Rightarrow Le **positionnement** de ces véhicules ainsi que les **angles de changement de caps** seront **uniformément distribués**.

Conclusion

Le modèle de mobilité ST permet de **prendre en compte les spécificités** aérodynamiques et mécaniques **des avions** tout en **conservant les propriétés de connectivité** du modèle RD essentiels pour une **qualité de communications optimisée**.



Références

- [1] Yan Wan, Kamesh Namuduri, Yi Zhou, Dayin He, and Shengli Fu.
A smooth-turn mobility model for airborne networks.
In Proceedings of the first ACM MobiHoc workshop on Airborne Networks and Communications, Airborne '12, pages 25–30, 2012.
- [2] G. Ravikiran and S. Singh.
Influence of mobility models on the performance of routing protocols in ad-hoc wireless networks.
In Vehicular Technology Conference, 2004. VTC 2004-Spring. 2004 IEEE 59th, volume 4, pages 2185–2189, may 2004.
- [3] P. Nain, D. Towsley, Benyuan Liu, and Zhen Liu.
Properties of random direction models.
In INFOCOM 2005. 24th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings IEEE, volume 3, pages 1897–1907, march 2005.
- [4] Wei Wang, Xiaohong Guan, Beizhan Wang, and Yaping Wang.
A novel mobility model based on semi-random circular movement in mobile ad hoc networks.
Inf. Sci., 180(3) :399–413, February 2010.
- [5] A. Tiwari, A. Ganguli, A. Sampath, D.S. Anderson, B.-h. Shen, N. Krishnamurthi, J. Yadegar, M. Gerla, and D. Krzysiak.
Mobility aware routing for the airborne network backbone.
In Military Communications Conference, 2008. MILCOM 2008. IEEE, pages 1–7, nov. 2008.

