

PRÉCISION DU POSITIONNEMENT PAR SATELLITES

INFLUENCE DE LA GÉOMÉTRIE DE LA CONSTELLATION

Matthieu LONCHAY

21 septembre 2009

La précision des systèmes globaux de positionnement et de navigation par satellites (GNSS) est influencée par deux facteurs distincts : la précision sur les mesures de pseudo-distances entre le récepteur et les satellites visibles et la qualité de la géométrie de la constellation visible depuis la position du récepteur. Notre travail s'intéresse en particulier au deuxième facteur qui dépend évidemment du système considéré. Ainsi les conclusions que nous tirons pour le *Global Positioning System* (GPS) américain permettront d'envisager le bénéfice potentiel du futur système européen, Galileo, ou de son utilisation conjointe avec le GPS, appelée interopérabilité.

Dans le cadre des techniques de positionnement absolu et relatif, la qualité de la géométrie de la constellation peut être estimée au moyen d'indicateurs, respectivement le DOP (*Dilution of Precision*) et le RDOP (*Relative Dilution of Precision*).

La première partie de notre étude est consacrée à la variabilité spatio-temporelle de la qualité de la géométrie de la constellation GPS, par le biais du DOP, dans le cas particulier du positionnement absolu. Nous avons mis en évidence plusieurs éléments influençant la variabilité spatio-temporelle du DOP. De manière générale, la couverture spatio-temporelle de la constellation GPS est excellente à l'heure actuelle. Néanmoins, des évènements très critiques caractérisés par de très hautes valeurs du DOP (qualité médiocre de la géométrie) se présentent ponctuellement dans le temps et dans l'espace. Ces évènements trouvent leur origine dans des états singuliers de la matrice normale, définie sur base des caractéristiques de la géométrie de la constellation visible. Nous avons identifié un cas particulier de géométrie conduisant la matrice normale vers un état singulier : la géométrie de forme conique. Grâce à une méthode consistant à ajuster dans l'espace un cône sur une géométrie de la constellation réelle, nous avons expliqué l'origine des évènements critiques rencontrés.

Les applications de haute précision exploitent généralement des techniques de positionnement relatif. Dans le cadre de ces techniques, seule la valeur du DOP est généralement accessible pour les utilisateurs. La seconde partie de notre étude porte sur la corrélation entre DOP et RDOP, l'objectif étant de pouvoir évaluer le caractère prévisible du RDOP à partir du DOP. Nous avons montré que la corrélation entre DOP et RDOP est d'autant plus forte que la longueur de la ligne de base considérée est courte. Comme dans le cas absolu, les évènements critiques rencontrés s'expliquent également par des états singuliers de la matrice normale. La géométrie de forme conique, identifiée précédemment, engendre également un état singulier de la matrice normale dans le cas du positionnement relatif. Qui plus est, notre étude permet d'interpréter les résultats de certaines applications GNSS. Nous avons ainsi montré que d'importantes erreurs ionosphériques calculées par le logiciel SoDIPE-RTK de l'Institut Royal Météorologique (IRM) pouvaient parfois être expliquées par une forme conique de la géométrie de la constellation.

Mots-clés

Global navigation satellite system (GNSS)- – positionnement – géométrie – constellation – précision – DOP – singularités