

Estimation des paramètres d'amorçage à partir de signatures radars et infrarouges

Frédéric Côté, étudiant 2^e cycle

Dr Xavier Maldague, directeur de recherche

Dr Dominic Grenier, co-directeur de recherche

Abstract: Within the frame of studying concepts of dual-mode (radar and infrared) proximity fuzing, the objective of this project is to develop robust algorithms that estimate fuzing parameters (azimuth, elevation, target size, target aspect, relative position or velocity, etc.) from independent radar (4-94 GHz) and infrared (8-12 microns) signatures. The emphasis is placed on extracting useful information from Doppler waveforms and from changes between successive IR images. The performance of these algorithms will be evaluated with radar and infrared signatures of the target in various backgrounds and environmental conditions.

Résumé: Dans le cadre d'une étude de différents concepts de fusée de proximité à double modes (radar et infrarouge), l'objectif de ce projet est de développer des algorithmes robustes capables d'estimer des paramètres d'amorçage (azimuth, élévation, dimension de la cible, orientation de la cible, portée ou vitesse relative, etc.) à partir de signatures radars (4 à 94 GHz) et infrarouges (8 à 12 microns) indépendantes. L'emphase est placée sur l'extraction d'informations utiles à partir de la forme d'onde Doppler et à partir des changements temporels entre des images IR successives. La performance de ces algorithmes sera évaluée avec des signatures radars et IR simulées de cibles pour plusieurs arrière-plans et conditions d'ambiance

Une fusée de proximité est utilisée dans un missile air-air pour amorcer la charge explosive à la position qui infligera les dommages maximum à la cible. Cette position optimale est actuellement déterminée à l'aide de paramètres comme la portée et la vitesse relative entre le missile et la cible. Ces paramètres sont mesurés par des capteurs de cible, habituellement un radar ou un capteur infrarouge (IR).

Les capteurs actuels de fusée de proximité mesurent un nombre trop restreint de paramètres. Lorsque la portée et la vitesse relative sont les seuls paramètres utilisés, on ne peut pas trouver la position optimale de détonation pour toutes les orientations de rencontre. On a besoin de mesurer des paramètres supplémentaires comme la dimension de la cible, son orientation, etc.

Aussi, les conditions atmosphériques défavorables rendent difficiles la détection des cibles par les capteurs à ondes millimétriques (mmW) ou IR pour l'acquisition des paramètres



d'amorçage [1]. Dans le cas du capteur mmW, l'une des pires conditions d'arrière-plans envisagées est la neige métamorphique gelée où la réflexion radar est caractérisée par de fortes moyennes et variances. Pour le cas du capteur IR, une condition sévère d'arrière-plan survient sous le soleil chaud d'une journée sèche où la radiance de l'arrière-plan est caractérisée par de fortes moyennes et variances.

Enfin, les contre-mesures limitent la performance de capteurs de fusées dans l'estimation des paramètres d'amorçage. L'amélioration des méthodes de contre-mesures actives (leurres, "jamming", etc.) et passives (camouflages, etc.) empêche la détection de cibles réelles ou favorise la détection de cibles fictives.

On a donc besoin de capteurs et de techniques de traitement du signal pour permettre à une fusée de proximité de fonctionner selon toutes les orientations de rencontre avec une cible, dans toutes les conditions atmosphériques et dans plusieurs environnements de contre-mesures.

Une solution possible est d'utiliser un capteur mmW-IR hybride et des techniques appropriées de traitement de signal. Un capteur mmW-IR hybride combine les mérites des capteurs mmW et IR dans un même projectile. Ces deux bandes particulières de fréquence possèdent des caractéristiques complémentaires qui permettent le fonctionnement dans une bande lorsque les conditions sont adverses pour l'autre bande. De plus, en utilisant des techniques sophistiquées de traitement de signal, on peut extraire des paramètres supplémentaires d'amorçage afin d'améliorer la détermination de la position optimale selon les divers orientations de rencontre.

Dans le cadre d'une étude de différents concepts de fusée de proximité à double modes, l'objectif de ce projet est de développer des algorithmes robustes capables d'estimer ou d'extraire des paramètres d'amorçage (azimuth, élévation, dimension de la cible, orientation de la cible, portée ou vitesse relative, etc.) à partir de signatures radars (4 à 94 GHz) et infrarouges (8 à 12 microns) indépendantes.

Du côté radar, l'emphase est placée sur l'extraction d'information utile à l'amorçage à partir de la forme d'onde Doppler. Ces formes d'onde sont obtenues en simulant des capteurs radar Doppler montés sur le côté du missile pour détecter la cible durant la rencontre terminale (fig. 1). Quand la cible entre dans le patron de détection, des signaux Doppler sont produits et les caractéristiques du Doppler changent à mesure que la portée de la cible décroît. Ces change-

ments sont affectés par la géométrie de rencontre, la dimension de la cible, l'orientation de la cible, etc. et ainsi sont associées à de l'information requise pour l'amorçage.

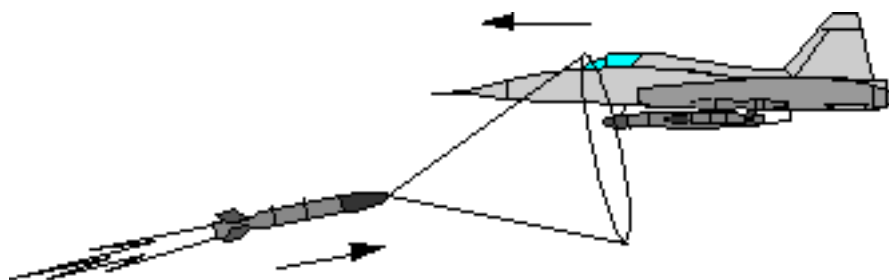


Figure 1 Rencontre terminal d'un missile avec une cible

Du côté IR, l'information utile à l'amorçage est extraite à partir de la réponse d'un capteur CCD monté en avant du missile (fig. 1). Quand la cible entre dans le champ de vision du CCD, l'image IR change à mesure que la cible se rapproche du missile. Ces changements temporels sont affectés par la géométrie de la rencontre, la dimension de la cible, l'orientation de la cible, etc. et ainsi sont aussi associées à de l'information requise pour l'amorçage.

Le système analysé comprendra un imageur CCD IR et un radar continu modulé pseudo-aléatoirement en phase. L'estimation des paramètres d'amorçage est faite à partir de signatures radar et IR simulées. NirATAM est utilisé pour générer les séquences d'images IR. Le missile et la cible sont spécifiés par une position (x,y,z) , une vitesse, une orientation (ψ, θ, ϕ) et un taux de changement d'orientation. Les paramètres sont estimés à partir des caractéristiques des signatures observées dans différents domaines de transformation. Finalement, la performance de ces algorithmes sera évaluée avec des signatures millimétriques et IR simulées de cibles pour plusieurs arrières plans et conditions d'ambiance [2].

Ce travail est fait en collaboration avec le Centre de recherche pour la défense Valcartier (CRDV).

Références

- [1] Brown, C.E. and Schmieder, D.E., "Hybrid Millimeter Wave - Infrared sensors For Target Acquisition in Adverse Backgrounds", Military Microwaves Conference Proceeding, 1986, pp 103-107.
- [2] Cathcart, J.M., Sylvester, V.B., Baden, J.M., Cohen, M.N., Williams, G.K. and Robertson, S.L., "Multispectral Signature Modeling", SPIE Vol. 1700 Automatic Object Recognition II, 1992, pp 296-304