

PROJET SAFEAROUND

Système de sécurité périmétrique

Pierre BERNAS¹, Edouard CAMPANA², Dominique JUTEL⁴, Roger REYNAUD³

¹EVITECH, 5-7 avenue Marcelin Berthelot, 92762 Antony

²HGH Systèmes Infrarouges, ZAC de la Sablière – 10 rue Maryse Bastié, 91430 Igny

³Institut d'Electronique Fondamentale (IEF), CNRS/Université Paris-Sud, Bât 220, Centre d'Orsay, 91405 Orsay Cedex

⁴Groupe MARTEC, 29 avenue de la Baltique, 91953 Les Ulis Cedex

pbernas@e-vitech.com, edouard.campana@hgh.fr, Roger.Reynaud@u-psud.fr, dominique.jutel@martec.fr

Résumé – Descriptif technique du projet SAFEAROUND pour le développement d'un système de protection périmétrique multi-capteurs

Abstract : Technical description of SAFEAROUND project for the development of a multi-sensor system for perimeter security

1. Introduction

Le projet SafeAround vise à étudier et à réaliser un démonstrateur de système de protection périmétrique du futur. Déployé sur une installation en zone périurbaine, en bord de mer, en campagne ou dans le désert, ce système détecte et analyse tout élément mobile en approche du système, par le sol ou par les airs, et permet de déclencher des alarmes en indiquant la hiérarchie des menaces à tout instant.

Organisé autour de capteurs et d'un processeur « intelligent » placés à proximité des bâtiments ou des infrastructures à surveiller, le système permet de protéger une zone périmétrique en fournissant des outils d'alerte et d'aide à la prise de décision qui présentent une vue globale et hiérarchisée des menaces et guident l'analyse des événements.

Les fonctionnalités du système visé sont les suivantes :

- Imagerie hémisphérique temps réel haute résolution visible et infrarouge
- Détection par capteurs sismiques des vibrations transmises par le sol
- Alarmes sur menaces en approche
- Localisation des menaces
- Classification mixte (visible, thermique et sismique)
- Zoom logique automatique ou manuel sur les menaces identifiées
- Processeur de contrôle, de visualisation multi-vues et de présentation hiérarchisée des menaces

La complémentarité et la performance des capteurs utilisés (visible/IR/sismique) garantit la capacité de discrimination des menaces, permet le fonctionnement de jour, de nuit et par conditions météorologiques dégradées (pluie, brouillard) et assure la résistance aux dispositifs de camouflage et de leurrage. Le mode d'opération, de type passif (pas d'éclairage, pas d'émission électromagnétique), est garant de la discrétion du système.

Quatre sociétés sont partenaires pour le développement de ce projet :

- Evitech : spécialiste du traitement d'images
- HGH Systèmes Infrarouges : fabricant de capteurs optroniques (pilote du projet)
- Institut d'Electronique Fondamentale (IEF) : spécialiste de la fusion de données
- Martec : spécialiste de la protection électronique et physique

2. Présentation et description des solutions proposées

2.1 Le système optronique

Fondée au début des années 80, la société HGH Systèmes Infrarouges conçoit, développe, assemble et commercialise des systèmes optroniques complets pour les applications industrielles, civiles et de sécurité.

Le projet SafeAround s'inscrit dans la lignée des dispositifs de surveillance panoramique développés et

commercialisés par HGH : les systèmes de vision panoramique VIGISCAN.



FIG 1 : Capteur panoramique infrarouge VIGISCAN actuel

Ce système permet de réaliser une image infrarouge de l'espace sur un bandeau de 360°. Cette technologie permet d'effectuer un contrôle en temps réel de tout l'espace pour les applications de contrôle de périmètre sécurisé, surveillance panoramique diurne et nocturne, surveillance passive des côtes, contrôle de trafic aérien, détection d'intrusion, détection précoce d'incendies de forêts, etc. Contrairement aux dispositifs traditionnels où l'opérateur doit orienter manuellement la caméra, VIGISCAN offre une vision globale et instantanée de la zone à surveiller.

Pour répondre aux besoins exprimés par le projet Safearound, le système VIGISCAN est amené à évoluer pour permettre l'acquisition d'une image infrarouge et visible hémisphérique (bandeau panoramique pour VIGISCAN).

Le capteur optronique visible et IR hémisphérique se décompose en deux sous-systèmes matériels et un sous-système logiciel comme suit :

- Un capteur optronique,
- Un calculateur de pré-traitement d'images,
- Un logiciel de pré-traitement d'images

2.1.1 Le capteur optronique

Afin de couvrir le champ de vue hémisphérique requis, le capteur se décompose en 2 sous-ensembles : un capteur bi-spectral fixe à visée verticale (capteur ciel) et un système bi-spectral rotatif de vision panoramique (capteur périphérique). Les 2 bandes spectrales utilisées sont le visible et l'infrarouge lointain (entre 8 et 12 μ m).

- Le capteur rotatif permet de réaliser une image visible et infrarouge d'un bandeau panoramique haute résolution autour de l'horizon (de -10° à +30°, soit 40° de champ vertical). La technologie

infrarouge imposée par le projet est du type «détecteur non refroidi». Ce détecteur offre le meilleur compromis en terme de performance, de fiabilité et de coût au regard du besoin. Néanmoins, son temps de réponse plus long que la « technologie refroidi » nécessite le développement d'une solution opto-mécanique originale afin de conserver une image de qualité pour une rotation rapide inférieure à un tour/seconde. Le balayage rapide est en effet nécessaire pour garantir une détection temps réel des menaces. Chacune des images périphériques thermiques et visibles comporte 3 000 000 pixels au format (5000x600) pour un champ total de 360°(H)x40°(V).

- Le capteur ciel permet de réaliser une image visible et infrarouge de la calotte sphérique centrée sur un axe vertical. Les images thermiques et visibles comportent 230 400 pixels au format (480x480) pour un champ de vue de 360°(H)x120°(V). Le système est fixe et comporte deux objectifs de type « fish-eye » permettant de focaliser le rayonnement infrarouge sur un détecteur de type « non-refroidi » dans la bande spectrale [8-12 μ m] et sur un capteur CCD visible. Le capteur ciel est associé à un capteur crépusculaire et à un capteur météo qui rendent compte des conditions environnantes.

La combinaison des images résultant de ces 2 systèmes permet de générer une image hémisphérique.

L'image issue du capteur ciel offre une résolution spatiale (capacité à détecter de petits détails) plus faible que l'image du capteur périphérique. Cette différence est compensée par le fait que les objets à détecter dans la zone aérienne sont plus chauds et de plus grandes dimensions (avions, hélicoptères...) que les menaces potentielles terrestres (humains).

2.1.2 Le calculateur et le logiciel de pré-traitement d'images

Le calculateur de pré-traitement est muni de 6 liaisons Gigabit ethernet. Trois liaisons « entrée » sont en provenance des capteurs (voie périphérique thermique, voie périphérique visible, voie ciel thermique/visible) et trois liaisons de sorties transmettent les images correspondantes, après traitement.

Le logiciel de pré-traitement associé permet de traiter les données brutes issues des différents capteurs afin de corriger les non-uniformités liées à chacun des détecteurs et d'éliminer les pixels morts.

Par ailleurs, il effectue une correction géométrique des images afin de réduire principalement les effets de

distorsion inhérents à l'utilisation d'optiques à champs de vue larges.

Le logiciel permet également de paramétrer les capteurs, de gérer le démarrage et l'arrêt des systèmes, d'informer l'utilisateur des éventuels pannes ou dysfonctionnements.

2.2 Le capteur sismique

MARTEC (<http://www.martec.fr>) renforce sa gamme de détecteurs d'intrusion avec un nouveau capteur de détection sismique. Basé sur les techniques de détection des vibrations du sol, ce capteur permet une adaptation optimale à la géographie du site d'installation. Il est composé d'un calculateur dédié et d'un ou plusieurs coffrets d'analyse locale avec chacun 4 géophones.

Les géophones peuvent être déployés sur différents types de sol (terre, béton, asphalte, etc...), répartis sur une aire, ou en ligne le long d'un périmètre à protéger. Les vibrations du sol provoquées par un individu qui tente de traverser l'espace protégé, sont transmises à l'unité d'acquisition locale. Celle-ci effectue les traitements du signal nécessaires pour l'analyse des mesures et la génération de l'alarme. La mise en réseau des capteurs permet le déploiement linéaire sur une distance de 5000 mètres, d'un système de détection qui allie efficacité, furtivité, et localisation de l'alarme.

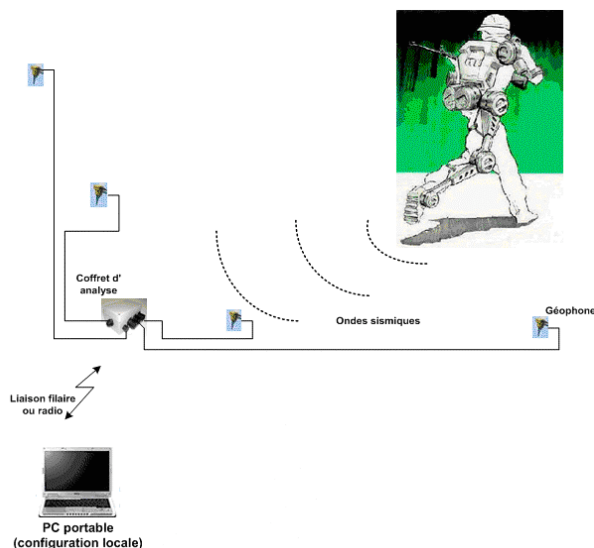


FIG. 1 : Architecture du détecteur sismique

Pour le projet SafeAround, MARTEC, apporte son expérience dans la conception, l'installation et le déploiement de systèmes de surveillance périphériques et plus particulièrement pour ce projet la technologie des capteurs sismiques.

Dans le domaine de la détection d'intrusion par mesure et analyse des vibrations du sol provoquées par des piétons

et/ou des véhicules, les systèmes existants sont limités en termes de :

- sensibilité de détection : capacité de détection de piéton sur la majorité des types de sol (béton, bitume, sable, glace, neige, marécage, etc.),
- insensibilité à l'environnement atmosphérique (vent, pluie, grêle, avion, véhicule stationné à proximité, etc.) et électromagnétique,
- reconnaissance des cibles : piéton courant, piéton marchant, véhicule lourd, véhicule léger,
- localisation de la cible,
- sens de passage,
- distance couverte sans point d'alimentation et de communication,
- autonomie de fonctionnement.

Ils ne couvrent pas dans la totalité ces spécifications et lorsqu'ils offrent telle ou telle fonctionnalité, le niveau de qualité atteint n'est pas encore optimal.

Le produit MYGALE de MARTEC, par l'utilisation des dernières techniques de traitement du signal embarqué, de télé alimentation, de communication et de traitement centralisé, permet d'obtenir les meilleurs résultats pour l'ensemble de ces spécifications.

Ainsi, par exemple, pour optimiser le besoin en énergie des coffrets d'analyse qui gèrent chacun quatre géophones et qui sont mis en réseau pour pouvoir surveiller jusqu'à 5000 mètres de distance sans point d'alimentation et de communication, un algorithme intégré au calculateur dédié gère à distance la consommation électrique de ces coffrets. Cette gestion s'effectue en temps réel selon un principe de délestage spécifique et en fonction des événements en cours sur le périmètre sous surveillance.

Pour ce qui concerne l'intelligence embarquée, elle permet, après conditionnement du signal et extraction des caractères particuliers à chacun des événements « cible », d'analyser ces caractères et, à l'aide d'équation « floues », de décider l'alarme et fournir les informations d'intrusion correspondantes.

Un aspect important concernant ce projet est le déploiement possible des capteurs sismiques suivant un « maillage » pour couvrir complètement la surface d'une zone à surveiller. Ce type de déploiement étend le champ d'application de la fusion des données optroniques/sismiques et donc maximise les performances de discrimination et de classification des menaces, tout en abaissant le taux de fausses alarmes.

L'association de ce capteur sismique à un système optronique permet de profiter pleinement de la complémentarité de ces deux technologies :

- Le sismique écoutant le sol peut entendre des piétons ou des véhicules (vélo, voiture, camion, engin militaire) que l'optronique ne voit pas à cause d'obstacles visuels comme les arbres, les haies, les grillages en tangence, la pluie, le brouillard ou à cause d'une saturation calorifique du sol ou du mur sous surveillance.

- Le sismique apporte une précision à la localisation des événements qu'il est plus difficile d'obtenir sur une image en automatique.

- L'association de ces deux technologies fiabilise la détection en diminuant le taux de fausses alarmes et en augmentant la probabilité de détection. En effet, le sismique permet de parer au piège du camouflage visuel ou infra rouge (plaque isolante) et inversement l'optronique permet d'éviter le piège de la marche "aléatoire" de l'intrus à pied.

- Les paramètres de réglage du sismique étant modifiables à partir du superviseur, un asservissement dynamique géré par le superviseur du système peut ainsi adapter la sensibilité de la détection « sismique » à la menace déjà détectée par

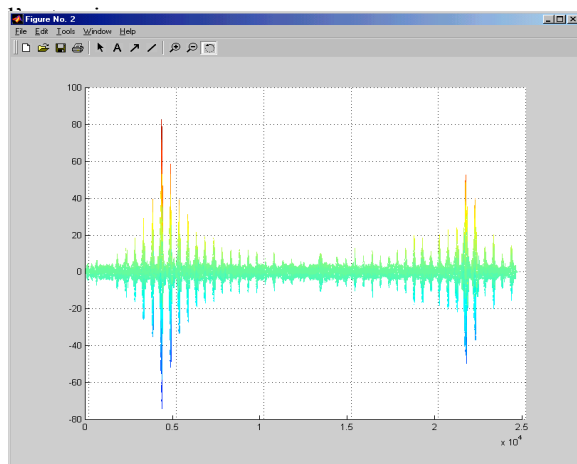
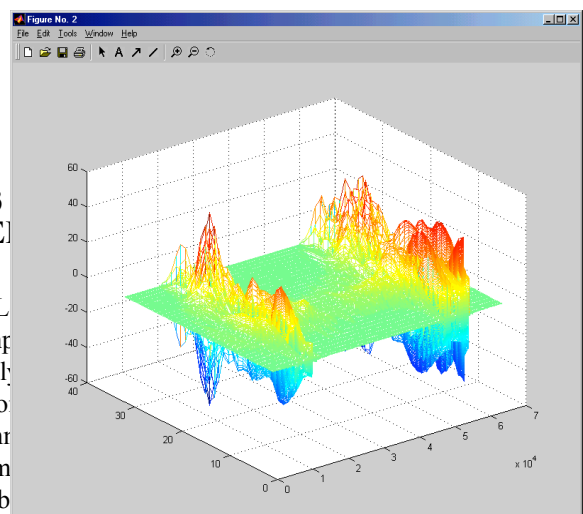


FIG. 2 : Signature temporelle d'un passage piéton.

Le capteur MYGALE a déjà la possibilité de différencier les piétons des véhicules. SafeAround lui permet d'acquérir une localisation plus précise. Le principe envisagé est la triangulation. Sa mise en œuvre pour ce domaine de la détection d'intrusion est délicate car le niveau des signaux à traiter est faible et la nature des sols très variable. Les mesurer et en traiter l'amplitude et le début de phase en temps réel demande des algorithmes puissants. Ils doivent pouvoir s'affranchir des éventuelles perturbations apportées par les réflexions et les réfractions dues aux changements de dureté du sol en superficie comme en profondeur.

2.3 TE

L
temp
anal
reco
don
sism
glob



d'appor
une aide à la décision sur les actions de protection à entreprendre compte tenu de la situation.

Seules les informations précises et pertinentes doivent être transmises à l'opérateur, après une pré analyse automatique corrélant en temps réel les informations des différents senseurs de surveillance. Ainsi les fausses alarmes sont fortement limitées et l'exploitant n'est « dérangé » que pour de vrais événements. De plus les informations synthétisées sous la forme d'un rapport de 1 à 3 lignes lui permettent de prendre les mesures d'intervention sans nécessiter d'analyse approfondie de sa part. Le niveau de stress est réduit : il a à faire face à une quantité très réduite d'information et n'a de risque d'erreur d'interprétation de la situation comme cela pourrait être le cas si des alarmes et défauts pouvaient lui être transmis en rafale.

2.4 Système d'analyse d'images temps réel Eagle

Ce concept d'aide intelligent consiste en une adaptation des solutions de traitement d'images proposées par EVITECH (le produit EAGLE), puis une fusion de

données qui sera réalisée conjointement par l'Institut d'Electronique Fondamentale de l'Université Paris XI (IEF) et EVITECH.

Le système EAGLE permet à un opérateur de définir des conditions pour le déclenchement d'alarmes lorsqu'une situation se produit à l'image d'un flux vidéo (entrée d'une silhouette dans une zone, sortie, vitesse excessive, etc.). Il offre également la possibilité de classifier les silhouettes, et de les reconnaître sur la base d'une signature. EAGLE traite en général des images de vidéo-surveillance (analogues dans leur format et leur résolution à des images TV), et lève des alarmes à bon escient (pas plus d'une fausse alarme par jour, en moyenne, sur des sites déployés) et ce même dans des conditions très difficiles (nuit, brouillard). EAGLE a été sélectionné pour des projets requérant des très hautes performances (nucléaire, militaire).



Toutefois, la surveillance d'une scène avec un seul capteur trouve ses limites dans les caractéristiques de ce capteur, avec notamment par exemple ses limites de performances (ex : la nuit), sa sensibilité (ex : aveuglement par des phares, ou par le soleil levant), la voie optique sur laquelle il opère.

Un des objectifs majeurs du projet Safearound consiste à exploiter une détection sur plusieurs voies différentes (visible, thermique, et sismique au sol) pour coordonner l'analyse selon les phénomènes observés sur ces voies et améliorer l'interprétation que l'on peut en donner au niveau de chaque capteur par une prise en compte des données globales.

Un autre objectif consiste à effectuer en temps réel une analyse fine dans des images panoramiques très large, et ce tout en conservant un matériel (ordinateur) relativement bon marché.

Avec le système proposé, l'aide sera plus intelligente dans les éléments suivants :

- Une classification plus fine, susceptible de distinguer le poids de la menace, sa vitesse de déplacement, le nombre d'appuis au sol, l'analyse de forme et l'analyse des points chauds (par exemple, distinction entre carton et tête). Cette classification va permettre de mieux hiérarchiser les menaces, en cas d'approches simultanées de plusieurs agresseurs.
- Un système plus fiable, capable de mieux détecter car utilisant différents vecteurs. Il existe toujours des moyens de leurrer un détecteur. En hyperfréquence, par exemple, un déplacement très lent permet d'éviter la détection de la variation d'induction produite par une cible, en l'assimilant à du brouillard. En vision artificielle, un rampé sous une couverture ou un carton de la couleur du sol, s'il est homogène, n'est généralement pas

détecté. Par contre, l'usage simultané de moyens mixtes rend très difficile la furtivité de la menace.

- Un pupitre présentant la hiérarchie des menaces, le délai estimé de progression, et l'ordre suggéré pour y répondre, afin de proposer au site une méthode de riposte adaptée.

2.5 Fusion de données et Adéquation Algorithme-Architecture

L'IEF est fortement impliqué dans la thématique C du GdR Isis et s'intéresse principalement aux problèmes d'adéquation en traitement d'images. Les algorithmes de fusion, puis de décision, peuvent devenir extrêmement complexes et consommateurs de temps CPU, si le niveau de robustesse demandé est élevé.

L'approche d'adéquation algorithme architectures visant à optimiser le temps de traitement des algorithmes implantés a deux facettes.

- Facette algorithmique : chercher un compromis entre le temps de traitement et la qualité des résultats, par exemple proposer un système de fusion le plus robuste et performant mais ne s'exécutant pas en temps réel sur des calculateurs disponibles à ce jour et réalistes pour le projet, et proposer un système simplifié – respectant toujours les contraintes qualitatives imposées – mais moins optimal que le précédent.
- Facette architecturale : optimisation des fonctions et algorithmes les plus 'gourmands' en temps CPU. Dans le cadre du projet, comme il a été décidé de n'utiliser que des composants standard (approche COTS) afin de limiter les temps de développement, les architectures possibles pour une implantation optimisée sont les PC multiprocesseurs (type bi-processeurs dual-core). Une seconde possibilité est l'utilisation des instructions SIMD Multimédia : cela peut se faire via le jeu d'instruction SSE3 des processeurs Intel ou AMD, mais aussi via l'ajout d'une carte accélératrice au sein d'un PC, comme par exemple la carte CAB, de Mercury Computer, embarquant un processeur Cell d'une puissance crête de 179 Gflops.

2.6 Conclusion

Les premiers essais ont été menés fin 2006 et ont permis de mettre en évidence la complémentarité des différentes technologies en utilisant une caméra petit champ visible, une caméra petit champ infrarouge, le capteur Mygale de MARTEC et l'algorithme de détection Eagle de Evitech. Cette campagne d'essais a permis d'acquérir des données

préliminaires permettant à l'IEF d'envisager un algorithme de fusion pertinent.

Les études théoriques de conception du capteur optronique sont en cours de finalisation et les solutions opto-mécaniques retenues sont définitives.

L'objectif à moyen terme du projet SafeAround est la commercialisation à grande échelle de ce système de protection périmétrique du futur.

En effet, le nombre de sites sensibles est de plusieurs dizaines de milliers dans le monde. Beaucoup d'entre eux représentent un maillon vital de par leur position dans une chaîne économique de plus en plus tendue (pétrole, interdépendance dans un réseau électrique, traitement de l'eau).

Ces sites ne disposent pas d'équipement équivalent au système SafeAround, le potentiel d'équipement est donc important.

Un objectif d'équipement de 1% à 5% par an au niveau mondial correspond à un potentiel de plusieurs dizaines de millions d'euros de chiffre d'affaires, auxquels s'ajouteraient les prestations d'installation, qui pourraient être assurées par un groupe français de sécurité intervenant à l'export et incluant le système dans une offre globale de sécurisation de site. Plusieurs dizaines d'emplois au minimum pourraient être créés pour la conception, la fabrication, l'amélioration et l'installation de l'équipement dans les domaines des capteurs, de l'électronique, de la mécanique de précision, des logiciels, de l'intégration matérielle et de l'intégration système.