DIRECCIÓN GENERAL DE ARMAMENTO Y MATERIAL

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA Y CENTROS

Nº 2. Primer Trimestre 2004

En este número

- *ACTUALIDAD DE LOS OBSERVATORIOS*
- *AGENDA*
- *ACTUALIDAD TECNOLOGICA*
- *ENLACES DE INTERES*
- *TECNOLOGÍAS EMERGENTES*
- *EN PROFUNDIDAD*

Contactar

Para contactar con los Observatorios Tecnológicos, puede dirigirse a las siguientes direcciones.

Nodo Gestor
C.N. Ingº. Manuel Pereira Rueda
SDGTECEN C/ Arturo Soria 289
Madrid 28033
mpereirar@oc.mde.es

Observatorio de Electrónica
C.N. Ingº. Manuel Golmayo Fernández
mgolmayo@oc.mde.es

Observatorio de Óptica y Optrónica
C.N.Ingº Arturo Maira Rodríguez
arturomaira@oc.mde.es

Observatorio de Armas, Municiones, Balística y Protección
Col. CIP Carlos López Agudo
lqca@ext.mde.es

Observatorio de Simulación, Mando y Control y Comunicaciones
Col. CIP Francisco Cucharero Pérez
dgam_pec@yahoo.es

Observatorio de NBQ
Cte. CIP Juan C. Fernández Fernández
jcfernandez@oc.mde.es

Boletín
de Observación Tecnológica en Defensa

Editado por el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica

DESAFIOS Y OPORTUNIDADES

La aparición de este segundo numero del Boletín de Observación Tecnológica en Defensa es un indicador de la voluntad de continuidad de las actividades iniciadas el pasado año y coincide en la practica con el funcionamiento al completo de los observatorios inicialmente planificados.

En efecto, el pasado año vieron la luz los cinco primeros observatorios: Electrónica, Óptica y Optrónica, Armas, Municiones, Balística y Protección, Tecnologías de Mando y Control, Comunicaciones y Simulación y Protección NBQ. Sin embargo aun queda un largo camino hasta conseguir la consolidación del Sistema, y lo que es mas importante el alcanzar la plena capacidad de servicio de los Observatorios.

Aunque las misiones fundamentales de este sistema son el prestar apoyo técnico en la planificación del I+D y en el proceso de obtención de los sistemas de alto contenido tecnológico, el sistema pretende también dar apoyo a los técnicos encuadrados en los órganos de contratación y de gestión en el ámbito de armamento y material, apoyando en la realización de especificaciones e informes técnicos, que ayuden a paliar la sensación de “soledad técnica” en la que a menudo se encuentran.

Otro reto consiste en fomentar la colaboración de la comunidad tecnológica nacional, tanto de defensa como del sector civil. Así los observatorios nacen con voluntad de ser un foro común de cooperación, con el desafío de generar ilusión y afán de participación entre los posibles colaboradores, quienes pueden aproximarse a una comunidad donde obtener información y aportar experiencias.

Finalmente se debe conseguir un buen nivel de respuesta técnica, que idealmente debiera cubrir todas las áreas tecnológicas de aplicación a la Defensa. Respecto a este reto, solo se puede solicitar paciencia ya que hasta la fecha solo se han podido cubrir las áreas anteriormente citadas e indicar que se están haciendo esfuerzos para responder a todas las solicitudes que se reciben, así como se prevé el crear nuevos observatorios que cubran las áreas mas demandadas.

Carlos Villar Turrau
Director General de Armamento y Material

EDITORIAL

Aunque es difícil predecir el impacto de las tecnologías sobre el escenario futuro, no pasa desapercibido que determinadas tecnologías marcan un antes y un después en la concepción de los sistemas. Tecnologías, en muchos casos maduras, aplicadas de una forma innovadora, o en un campo que se sale de su aplicación tradicional, pueden suponer una total revolución en la forma de desarrollar y utilizar los sistemas, desplazando a tecnologías maduras y a sistemas que en muchos casos se creían insustituibles. Los ejemplos son muy numerosos, la maquina de escribir, los soportes analógicos de audio, .. empiezan a ser piezas de museo. Estamos hablando de un concepto que cada vez tiene más fuerza, conocido con el anglicismo de "disrupción" y que podríamos traducir por "ruptura brusca".

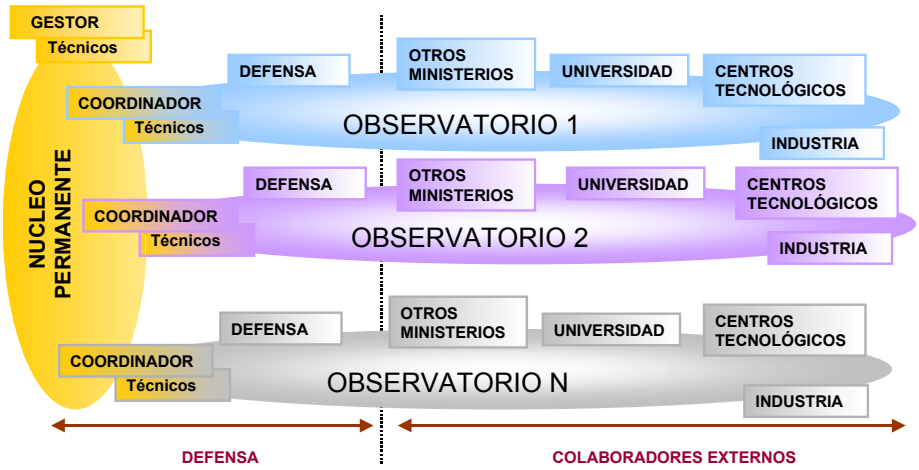
Una tecnología disruptiva es aquella tecnología, nueva o existente, cuya utilización de una forma innovadora altera significativamente las practicas establecidas. Se trata no de evolucionar sino de revolucionar, no hablamos de mejorar las prestaciones de los sistemas existentes, sino en muchos casos sustituirlos por otros con unas prestaciones similares o incluso menores, a un coste asumible y con unas funcionalidades adicionales que se convierten en indispensables, es el caso por ejemplo de la telefonía móvil y los mensajes SMS.

Aunque es un concepto que viene del ámbito empresarial, la aplicación al mundo de la defensa es clara, no detectar a tiempo una tecnología disruptiva supone ignorar un factor de superioridad e incrementar el "gap" tecnológico con aquellos que si la han asumido, baste recordar la importancia de la fisión nuclear en la segunda guerra mundial. Este creciente interés en el mundo de la defensa, explica la creación de un grupo de trabajo especifico en el marco de la LOI (*Letter of Intentions)* que pretende poner en común los enfoques de los distintos países participantes a la hora de detectar tecnología disruptivas, y facilitar el intercambio de información practica entre expertos de distintos dominios tecnológicos sobre cuales son las tecnologías que se prevén como disruptivas en los próximos años. Es difícil hacer apuestas, pero las áreas de sistemas de información y nuevos materiales, los sistemas basados en parámetros biológicos, ... pueden dar todavía muchas sorpresas.

SOBRE EL BOLETIN

El Boletín de Observación Tecnológica en Defensa es publicado trimestralmente por la Subdirección General de Tecnología y Centros (SDG TECEN) de la DGAM, a través del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica de la Defensa. Dicho Sistema es un órgano asesor de la DGAM que tendrá por objetivo el conseguir que el conocimiento tecnológico disperso en la Organización actúe como cuerpo de conocimiento único y sea capaz de aportar criterio técnico al Ministerio de Defensa, siendo sus misiones fundamentales el asesorar en la planificación de las actividades de I+D, así como en la adquisición de sistemas con alto contenido tecnológico.

El Sistema se compondrá de una red de Observatorios, cada uno de los cuales agrupa varias áreas tecnológicas afines, con una estructura fija mínima, apoyada por un grupo de expertos colaboradores en razón de su experiencia personal. Todo ello está liderado por un nodo Gestor, según se puede ver en la figura.



Dada la complejidad de la puesta en marcha de los Observatorios se ha empezado creando aquellos con mayor proximidad a la SDG TECEN y por tanto relacionados con las tecnologías que en sus centros se desarrollan: electrónica, optrónica, simulación, balística, NBQ, etc

Inicialmente se ha contado solo con la participación de colaboradores pertenecientes a la SDG TECEN, estando pendiente la publicación de una Orden Ministerial que ampare la colaboración de expertos pertenecientes al resto del MINISDEF, administraciones públicas, industria, universidad, centros de investigación, etc.

El Boletín pretende dar una visión de actualidad, en diferentes aspectos de las Tecnologías relacionadas con la Defensa, al tiempo de ser una tribuna donde los distintos colaboradores puedan presentar sus aportaciones al Sistema. Se ha intentado que sea interesante tanto a los profesionales de la Defensa, como a la comunidad tecnológica de defensa en sentido amplio (civil y militar).

PLAN NACIONAL I+D+I: 2004-2007

Durante el pasado mes de diciembre ha sido oficialmente presentado el nuevo Plan Nacional de I+D+I 2004-2007. El Plan pretende alcanzar un nivel de gasto del 1,22 % del PIB en 2005 y da un mayor peso a la participación de las Comunidades Autónomas, la cooperación internacional, la focalización de actuaciones y la interacción entre las distintas áreas que conforman el Plan.

El nuevo plan mantiene la estructura de áreas prioritarias materializadas en Programas Nacionales (PN), distinguiéndose áreas horizontales de carácter general y áreas temáticas dentro de las cuales se encuadra el PN de Defensa (Area de Seguridad y Defensa).

Entre los aspectos prioritarios del Plan destacan por su posible aplicación a la defensa los orientados a "potenciar las tecnologías de hoy y del futuro", en particular los relacionados con nuevos materiales (PN de Materiales), sistema de radio navegación por satélite Galileo (PN de Tecnología de Electrónica y Comunicaciones), Nanotecnología: materiales ligeros y resistentes, nanosensores (Acción Estratégica de Nanociencia y Nanotecnología) y por último todos aquellos englobados en una "mayor seguridad individual y colectiva": desarrollo de nuevos materiales de protección individual, técnicas avanzadas de identificación biometrica, técnicas avanzadas de reconocimiento de objetos en entornos complejos y bioseguridad.

Más información: http://www.mcyt.es/planidi/

NUEVOS OBSERVATORIOS: TICS y NBQ

Durante el último trimestre del pasado año han iniciado su actividad dos nuevos observatorios orientados a tecnologías de Mando y Control, Comunicaciones y Simulación (Observatorio TICS), y tecnologías Nuclear, Biológica y Química (Observatorio NBQ).

El observatorio TICS inició su andadura en el mes de noviembre y se coordina desde el Polígono de Experiencias de Carabanchel (PEC).

Por su parte, el observatorio NBQ comenzó sus actividades en el mes de diciembre, realizándose su coordinación desde la Fabrica Nacional de la Marañosa (FNM).

Con el inicio de actividades de estos dos nuevos observatorios se completa el objetivo de creación de los cinco observatorios iniciales durante el 2003: Electrónica, Óptica y Optrónica, Armas, Municiones, Balística y Protección, Tecnologías de Mando y Control, Comunicaciones y Simulación y Protección NBQ.

AGENDA

Conference "Directed energy weapons 2004"
Defence IQ, IQPC
Londres, 19-20 enero 2004
http://www.iqpc.co.uk

Meeting on "Non-Lethal Weapons Effectiveness Assessment Development and Verification Study"
NATO RTA SAS-035 Panel Exploratory Team
Bruselas, 28-29 enero 2004

Seminario "Detección de agresivos biológicos" y visita al Laboratorio de microarrays
Instituto Carlos III
Madrid, 3 febrero 2004

"Prospectiva Tecnológica e Inteligencia Competitiva"
Circulo de Tecnologías para la Defensa y la Seguridad
Madrid, MCYT, 9 febrero 2004
http://www.fue.es

"I Encuentro del Sector de Defensa"
Recoletos Conferencias y Formación
Madrid, 26-27 febrero 2004
http://www.recoletosconferencias.com

"BioTerrorism Countermeasures: Requirements and Opportunities "
Defence Week, Homeland Security Conferences
WashingtonDC 9-10 marzo 2004
http://www.kingpublishing.com.conferences/index.html

Congreso "Defense and Security Symposium, formerly AeroSense", SPIE
Congreso de Optrónica aplicada a sistemas de Defensa.
Orlando, 12-16 abril 2004
http://www.spie.org

Symposium "Sensors and Sensor Denial by Camouflage, Concealment an Deception"
Nato RTA SCI-145
Bruselas, 19-20 abril 2004
http://www.rta.nato.int/Meetings.asp

"N-Dimensional Imaging Eyesafe LADAR (N-DIEL) for Military Applications"
NATO RTA SET077/RTG045
Participantes: USA, CA, FR, GE, NE, NO, SP, SW, UK).
Madrid, 18-24 Mayo 2004
http://grupos.unican.es/GIF/EWOFS04

PLATAFORMAS OPTRONICAS SEGUIMIENTO AUTOMÁTICO

El Departamento de Armas y Municiones Especiales de la Fabrica Nacional de la Marañosa dispone de dos nuevas plataformas optrónicas de seguimiento. El sistema, cuyo nombre es IMAGO 1000, se utilizará para el registro de firmas térmicas de aeronaves en vuelo y la emisión IR de señuelos en condiciones reales de uso, así como de cualquier objeto en movimiento ya sea aéreo o terrestre, con el objeto de disponer de una librería de imágenes IR aplicable en futuros sistemas de combate.

El equipo "IMAGO 1000" consta de dos plataformas de seguimiento portátiles (portable tracker) en las cuales se procesan imágenes usando una combinación de varios procesadores y una tarjeta de alta velocidad de procesado de imágenes.

Como peculiaridades de este sistema en comparación con otros sistemas similares disponibles en el mercado, resaltaríamos que el operador puede enganchar el seguimiento en el 100% del campo de visión (FOV) de la cámara, lo que es importante para blancos con altas aceleraciones; puede seguirse un blanco a velocidades angulares de hasta 25-30 º/seg en modo automático, con cálculo de trayectorias esperadas. Finalmente el sistema puede integrarse con otros sistemas de defensa (estaciones aire-tierra, defensas aéreas, vehículos...).

Las características más sobresalientes desde el punto de vista de la óptica del sistema serían la versatilidad en el uso de cámaras y tamaños de blanco. Con respecto a la primera característica, cada una de las plataformas del equipo IMAGO 1000 incluye cámara CCD para el visible (VIS) y visión por microbolómetro para el rango de (8-12) μm del Infrarrojo (IR), lo que no impide la instalación de otro tipo de cámaras. En relación a los tamaños de blanco, las especificaciones del sistema hablan de distancias de 15-20 Km usando una lente de 1000 mm. En general, para un seguimiento correcto con contraste razonable el tamaño del blanco debe ser del orden del 1% del FOV. Para velocidades lentas de seguimiento, el blanco puede ocupar hasta el 80 % del FOV.

PROGRAMA PEINT

El Laboratorio Químico Central de Armamento (LQCA) en colaboración con la Jefatura de Doctrina de Artillería han desarrollado una aplicación informática para la artillería de campaña denominada PEINT (Programa de Eficacia INTegrado). El programa proporcionará a los directores de fuego y a los oficiales de artillería de campaña, la información necesaria para batir objetivos de unidades haciendo un uso óptimo de los recursos a su disposición, tanto en relación al tipo de pieza y a la unidad de fuego, como a la cantidad de munición a emplear.

El objetivo a batir puede encontrarse en actitud ofensiva o defensiva y se ha considerado que evoluciona en función del tiempo transcurrido desde que recibe la primera salva.

En cuanto al material incluido, el programa cuenta tanto con artillería cañón como con artillería cohete. En el caso de la artillería cañón el programa contempla tiro por primer y segundo sector. Para la artillería cohete puede seleccionarse la cadencia de disparo.

El programa se encuentra actualmente en período de evaluación y se prevé su ampliación incluyendo nuevos materiales. Cualquier organismo interesado en el mismo puede contactar con el LQCA a través del correo electrónico lqca@ext.mde.es.

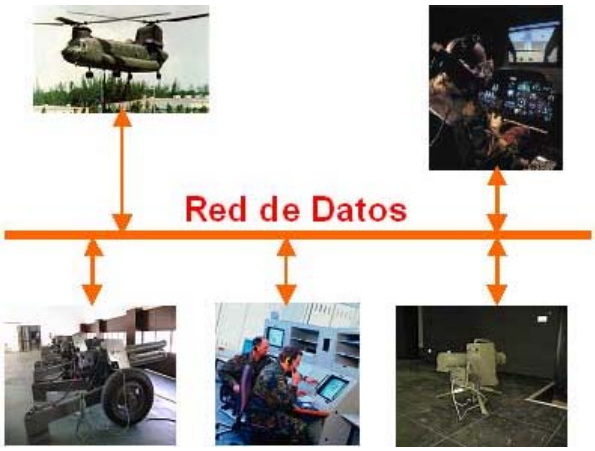
Simposio de *Phased Array Systems and Technology*

Dentro de las actividades de vigilancia tecnológica, el Observatorio de Electrónica acudió al simposio internacional organizado por el IEEE sobre sistemas y tecnologías *phased array.* Las sesiones de conferencias estuvieron centradas fundamentalmente en las áreas de radar, antenas y sistemas de comunicaciones basadas en phased arrays, formación digital del haz y sistemas de banda ancha y multifuncionales. Así entre otros, se presentaron las tendencias de investigación y desarrollo de varios Ministerios de Defensa en las tecnologías *phased arrays,* y sistemas como los radares Sampson, APAR, MEADS, etc. En el Observatorio de Electrónica se encuentran disponibles los *proceeedings* del simposio así como un documento resumen sobre el mismo.

LABORATORIO SIMULACIÓN

La interoperabilidad de simuladores es un elemento clave en el desarrollo de sistemas de simulación puesto que aporta un valor añadido a dichos sistemas frente a aquellos que operan aisladamente. Las ventajas que introduce el concepto de interoperabilidad consisten principalmente en una mayor reusabilidad, aumento de capacidad operativa de los simuladores y disminución de costes, junto con una mejora en el entrenamiento y capacitación de las unidades.

La capacidad de interoperabilidad ha afectado a la manera en que los sistemas se definen, diseñan, desarrollan, prueban y manejan. Para mejorar la productividad de dichos procesos ante la nueva problemática surgida del concepto de interoperabilidad, se han tenido que desarrollar nuevos estándares que ayuden a la construcción de sistemas de simuladores interoperables.



La comunidad internacional ha adoptado el estándar HLA (High Level Architecture) como la arquitectura técnica de interoperabilidad entre simuladores que se aplica tanto a los de realidad virtual, como a los de tipo constructivo e incluso como interfaz con sistemas reales. Los simuladores de tiempo real incluyen aquellos que requieren de interacción humana con sistemas físicos reales, mientras que los de tipo constructivo representan juegos de guerra o simulan las acciones de uno o varios humanos. Los simuladores que interoperan con sistemas reales se encargan de interactuar y alimentar datos a sistemas de mando y control o sistemas de armas.

La implementación de HLA como estándar fue originada en el DoD americano, en la agencia DMSO (Defence Modeling and Simulation Office). Dicha oficina generó varias ediciones hasta publicar la versión 1.3 (Abril 1998) del estándar que quedó reconocida como un modelo de interoperabilidad maduro. Posteriormente la comunidad internacional adoptó el proyecto de estandarizar hasta alcanzar un acuerdo plasmado en el acuerdo IEEE 1516 (Septiembre 2003). La arquitectura HLA esta basada en la definición de unos servicios de comunicaciones, un esquema de modelado de datos no persistentes (objetos) y una serie de reglas a la hora de utilizar los servicios y los modelos de objetos.

La Subdirección de Tecnología y Centros ha iniciado un programa denominado Laboratorio de Simulación en las instalaciones del Polígono de Experiencias de Carabanchel (PEC) con el objetivo de implantar un proceso de certificación HLA, basado en el estándar OTAN, que permita dotar al Ministerio de la facultad para comprobar la compatibilidad técnica entre simuladores y coordinar a los distintos simuladores existentes y en desarrollo con el fin de poder realizar misiones conjuntas de entrenamiento.

El primer trabajo desarrollado en el Laboratorio de Simulación ha sido la elaboración de un documento "Estado del arte sobre el HLA" en el que se ha recogido el estado del arte de la simulación distribuida HLA. En dicho documento se ha hecho un inventario de las tecnologías, herramientas, metodologías, medios de comunicación necesarios y experiencias nacionales relacionadas con HLA con el fin de servir de base en los trabajos que se englobarán en el resto del proyecto y que se centrarán en la optimización de las comunicaciones y los modelos de información necesarios en la simulación distribuida.

RADAR LPI ARIES

Gracias a la colaboración entre el Ministerio de Defensa, la industria española (a través de INDRA Sistemas) y la Universidad Politécnica de Madrid (Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones) el primer radar marítimo de superficie de alta resolución español está ya en fase de pruebas en la mar.

Este radar, denominado ARIES, es directamente aplicable en sistemas de vigilancia costera y en sistemas embarcados.

Se trata de un radar de onda continua y modulación FM lineal, en banda X, cuyo ancho de banda de transmisión puede variar entre 10 MHz y 600 MHz. Esto se corresponde con una resolución en distancia mejor de 0,5 metros, muy superior a los radares de vigilancia convencionales, convirtiendo al sistema en un radar de alta resolución. El sistema puede trabajar con agilidad en frecuencia a lo largo de los 600 MHz de ancho de banda, mejorando la detección de blancos de fluctuación lenta en *clutter* de mar.

El sensor se compone de un equipo de RF totalmente integrado de estado sólido, lo cual ofrece alta fiabilidad y permite al usuario determinar de forma precisa la potencia transmitida. Esta propiedad junto con el control espacial de las direcciones en que el radar emite, resulta en modos de operación silenciosos. Estas propiedades le dan su característica de baja probabilidad de interceptación (LPI) y una gran robustez frente a interferencias externas.

NETWORK ENABLED CAPABILITY

El creciente empleo de fuerzas multinacionales y la ejecución de operaciones conjuntas requiere la integración de sistemas de origen bien distinto. Por otro lado, la disposición de la información relevante asociada al desarrollo de las operaciones se está convirtiendo en un elemento diferenciador entre las fuerzas que actúan en el campo de batalla.

En torno a estos dos aspectos se centra la idea de definir una arquitectura en la que las limitaciones para compartir la información vengan dadas por el propio usuario y no por cuestiones técnicas, de concepción o de diseño de los sistemas.

Network Enabled Capability (NEC) propone la definición un marco conceptual y técnico con el que ligar todos los elementos de información que intervienen en el campo de batalla (sensores, centros de mando y actuadores), de forma que la información de interés para cada uno de ellos esté siempre disponible independientemente del momento y localización en que se encuentren. Como consecuencia se obtiene una mayor precisión, rapidez y en definitiva eficiencia en la ejecución de las acciones así como una mayor protección de las unidades.

Una de los puntos de referencia de NEC es la iniciativa NCW (Network Centric Warfare) que EEUU actualmente está llevando a cabo. NCW, al igual que NEC, persigue la plena disponibilidad de información útil. Sin embargo, el alcance de NCW contempla una reestructuración completa de las fuerzas armadas resultando algo más ambicioso que el de NEC que se centra más en un contexto operacional.

Actualmente, dentro del marco de la LOI (Letter of Intentions), y con la participación de España, se está estudiando el lanzamiento de un programa cuyo objetivo será el de definir las líneas básicas de una arquitectura NEC. Las labores que se llevarán a cabo en este programa incluyen las de identificar, analizar y evaluar soluciones de arquitectura e infraestructura en torno a la iniciativa NEC, para finalmente desarrollar un demostrador que permita validar las soluciones propuestas.

Dada la importancia de este tema, los aspectos técnicos del NEC se desarrollaran en próximos números del Boletín. .

MEDIOS PRUEBA Y ENSAYO: AREA DE ELECTRONICA

Dentro de los objetivos establecidos para el año 2003, el Observatorio de Electrónica ha desarrollado un Estudio Monográfico sobre Instalaciones de Prueba y Ensayo disponibles a nivel nacional en las disciplinas que cubre el ámbito de su competencia, materiales y dispositivos electrónicos en general y radiofrecuencia, radar y microondas en particular.

El Estudio se ha realizado en base a la información disponible en la Subdirección de Tecnología y Centros de la DGAM y en técnicas de encuesta a los distintos agentes involucrados real o potencialmente con la Defensa: Centros pertenecientes o adscritos al Ministerio de Defensa, Empresas, Universidades y Centros Públicos de Investigación.

El objetivo fundamental del Estudio es facilitar a los organismos del Ministerio el conocimiento de los medios de prueba disponibles en el área de Electrónica. Su realización también ha permitido identificar áreas de interés poco o muy poco cubiertas en cuanto a instalaciones de prueba que será necesario potenciar. Por último, se espera que a través del conocimiento de los medios disponibles, se fomente la colaboración entre empresas y organismos en las fases de prueba, verificación y validación de productos.

El Estudio se publicará próximamente y será distribuido entre todos los organismos participantes.

ENLACES DE INTERES

- **RECHERCHE - DGA**

Páginas de I+T de *La Délégation Générale pour l'Armement* (DGA) del Ministerio de Defensa francés.

Incorpora información diversa sobre el enfoque de la investigación en defensa, las capacidades tecnológicas objetivo en 2015, aspectos de la evaluación del I+T, distintos tipos de programas, etc

http://www.recherche.dga.defense.gouv.fr./

- **COTS Journal**

Asociado a la revista del mismo nombre, es una de las publicaciones de referencia en el tema de utilización de componentes *Commercial of the shelf* (COTS) en el mundo de la Defensa.

http://www.cotsjournalonline.com/

- **Cibermetria - Interlab**

Interlab es un grupo de investigación perteneciente al Centro de Documentación (CINDOC) del CSIC, especializado en cybermetria o análisis de datos de Internet.

El portal incluye información sobre tendencias y tecnologías en el área. Especial interés merecen los documentos relacionados con minería de datos y la propia cybermetría.

http://internetlab.cindoc.csic.es/

COMPUTACIÓN OPTICA: ¿UNA NUEVA ERA?

Las demandas de especificaciones cada vez más complejas de sistemas para detección, guiado, comunicaciones (gestión de flujos de información y almacenamiento), así como que la respuesta de tales sistemas sea cada vez más rápida, llevan al límite técnico a los sistemas electrónicos puros, tanto en velocidad como en volumen y complejidad del sistema. La respuesta a tal limitación nos la proporciona el desarrollo de sistemas opto-electrónicos, donde al menos parte de las funciones de tales sistemas sean operadas a través del fotón, partícula análoga al electrón en electrónica.

Los primeros prototipos de procesadores digitales ópticos de señal (ODSP) ya han hecho su aparición. Pueden realizar operaciones en el rango de los Terahertz; es decir, corren a una velocidad de ~10^{12} operaciones/seg. Lo que equivale a una velocidad de procesado **1000 veces superior** que cualquier DSP electrónico conocido hasta la fecha. Esta enorme capacidad de procesado viene del hecho de involucrar en la parte algorítmica al fotón, en lugar del electrón, tal y como se ha hecho hasta ahora. Tras la computación, la salida se convierte en una señal eléctrica digital, compatible con las arquitecturas estándares generalmente aceptadas por la industria y programable como cualquier procesador electrónico. Es decir, estamos hablando de una compatibilidad total a velocidades 1000 veces superiores para el tratamiento de datos, lo que la convierte en una alternativa seria de reemplazo para los actuales DSPs y tarjetas ASIC (o FPGA's) puramente electrónicos.

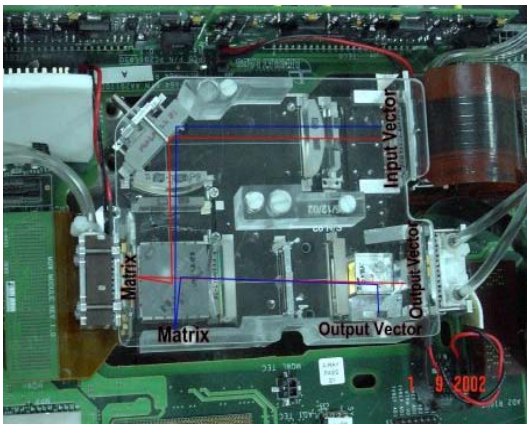
Técnicamente, la hazaña se basa en una integración híbrida de Silicio (Si)/Arseniuro de Galio (GaAs). La parte electrónica de las tarjetas se basa en un standard CMOS, donde se hace compatible la inserción de la parte óptica del sistema. Esta parte óptica consiste en un vector de láseres de cavidad vertical (VCSELs) no coherentes entre sí, de dimensión 1x256, que determina el "input". Este vector se focaliza en una matriz (256x256) de moduladores, en los cuales la luz se trata en función de un fenómeno cuántico que depende del voltaje que se les aplica a los citados moduladores (Efecto Stark cuántico). Este voltaje, en definitiva, es el que determina las diferentes funciones que se realizará con la señal. Finalmente, esta matriz a su vez se focaliza en un vector de detectores de dimensión 256x1, que convierten la señal ya computarizada en eléctrica ("output"), como cualquier procesador digital de señal (DSP) electrónico del momento.

El impacto de esta nueva tecnología de procesamiento de información se prevé será enorme, incluso revolucionario, y afectará a todos aquellos campos que de una forma u otra demanden tratamiento de información a alta velocidad. Estamos hablando de campos dispares, como la seguridad o la biotecnología.

En el campo de las comunicaciones las aplicaciones de los ODSP van desde redes inalámbricas en las que se podrá realizar procesado espacial de señales mediante arrays de antenas, comunicaciones móviles que a corto plazo triplicarán la capacidad actual sin añadir hardware RF, transmisión por radio programable en las que un solo aparato podrá gestionar la emisión/recepción de múltiples canales modulados diferentemente o vídeo de alta definición con envío de señales en tiempo real y transmisión multicanal de televisión de alta definición (HDTV).

En tecnologías propias de Seguridad y Defensa las aplicaciones más claras aparecen en el campo de Guerra electrónica y Radar. Debido a su velocidad de procesado de funciones matemáticas, como FFTs, este tipo de procesadores ópticos se revelan como candidatos naturales para aplicaciones RADAR avanzadas, como los radares de apertura sintética (SAR). Este hecho unido a la transmisión programable mencionada anteriormente, hacen este procesador apto para aplicaciones COMINT, ELINT y otras SIGINT en general. En seguridad propiamente dicha, los ODSP permitirán optimizar aplicaciones de control de acceso mediante análisis de voz, y diferenciación y procesado de imágenes.

Por último, mencionar aplicaciones como el Data Mining, en las que se podrán reducir al menos en un factor tres el cruce y análisis de datos, o la biotecnología, donde las tendencias actuales en investigación consistentes en correlacionar genes y confeccionar el mapa genético del hombre pueden acelerarse gracias a la capacidad de cálculo de este tipo de procesadores ópticos.



Los primeros productos comerciales empiezan a ver la luz, y así en el MILCON 03 celebrado en Boston (USA) en octubre del pasado año, se acaba de presentar el primer procesador digital de señales ópticas por parte de una empresa israelí, Lenslet Ltd,

En definitiva, creemos que la computación óptica es una tecnología que en la década siguiente cambiará la manera de concebir todas aquellas tareas que incumban gestión de datos y alcanzando sus implicaciones, por consiguiente, a todos los niveles de nuestra sociedad. Los primeros pasos comienzan.....

APERTURAS COMPARTIDAS ("SHARED APERTURES")

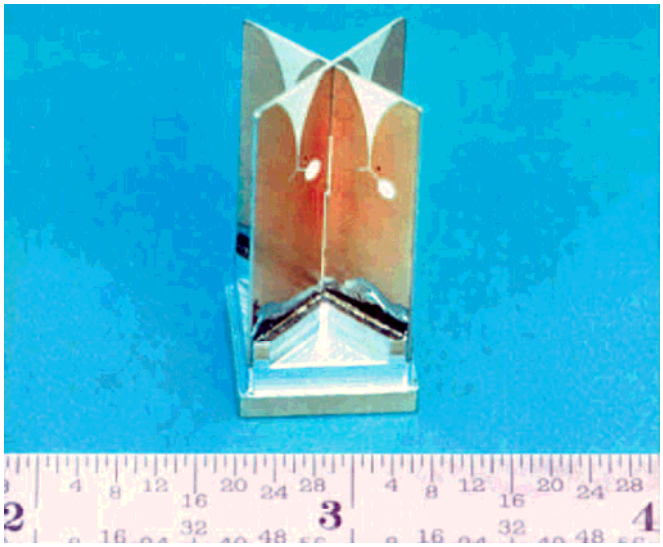
Reducir el número de antenas asociadas a los distintos Sistemas, combinando las funciones de varios de ellos en una misma antena es el objetivo que persigue el nuevo concepto denominado Aperturas Compartidas ("Shared Apertures"). Su beneficio es obvio cuando los sistemas han de instalarse en plataformas tales como aviones, buques o vehículos móviles terrestres, donde los condicionantes de peso y volumen son restrictivos.

Las aperturas compartidas agrupan una nueva clase de antenas "phased arrays" que combinan la funcionalidad de varias antenas en una única apertura (estructura) utilizando tecnología de haces múltiples en banda ancha. Las típicas aplicaciones de las aperturas compartidas, incluyen radar, comunicaciones y guerra electrónica.

Dentro del Programa ASAP ("Advance Shared Apertures Program"), de EE.UU., se han utilizado y demostrado viables, configuraciones de arrays activos de altas prestaciones operando en las bandas C, X y Ku, utilizando nuevos desarrollos de elementos radiantes de banda ancha y circuitos MMIC.

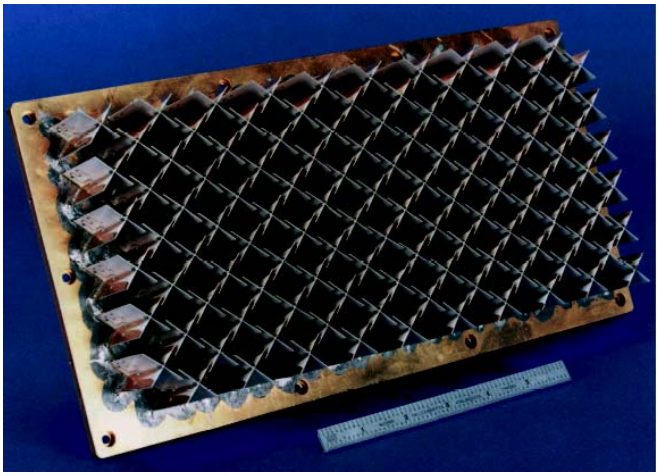
Los diseños del "phased array" y del módulo T/R (transmisión / recepción) desarrollados por Raytheon y la NAWC (Naval Air Weapons Center) han sido enfocados a aeronaves de combate, integrando en arrays de aperturas compartidas de banda ancha las funciones de radar, ESM, ECM y Comunicaciones cubriendo las bandas indicadas anteriormente (4 a 18 GHz). Estas funciones pueden ser llevadas a cabo secuencialmente o incluso simultaneamente, así una parte del array realiza funciones de radar, otra para ESM, otra para ECM y otra para comunicaciones. Las partes del array dedicadas a cada función pueden cambiar dinámicamente según las necesidades.

El array de antena se instala en el morro del avión y se configura en subarrays.



En la figura de la izquierda se puede observar uno de los elementos radiantes desarrollados por el Applied Physics Laboratory de la Universidad John Hopkins de los EEUU para la obtención de una antena de apertura compartida.

La antena esta constituida por un "array" de elementos radiantes de doble polarización y gran ancho de banda de tipo "Vivaldi" en tecnología "microstrip". Una imagen del "array" completo puede apreciarse en la figura siguiente.



Los módulos de recepción de doble canal están diseñados a partir de MMIC comerciales.

Aunque el programa ASAP ya ha finalizado, el Ministerio de Defensa estadounidense sigue estando interesado en la tecnología de las aperturas compartidas y sus potenciales aplicaciones.

Así, la "Office of Naval Research" (ONR) junto con el "Naval Research Laboratory" (NRL) está desarrollando el Programa AMRF-C (Advanced Multifunction Radio Frequency Concept) y DARPA ha desarrollado el programa RECAP (Reconfigurable Aperture Program), que finalizó en 2003.

El Programa AMRF-C está orientado hacia la obtención de un demostrador de concepto para integrar las funciones de EW, radar y comunicaciones compartiendo una antena común transmisora / receptora. El programa inicial cubre las bandas H, I y J (6 a 20 GHz). Cada una de las antenas utiliza tecnología "phased array" organizadas en aperturas con subarrays programables por software, que pueden ser dinámicamente asignadas en aplicaciones de guerra electrónica, radar o comunicaciones.

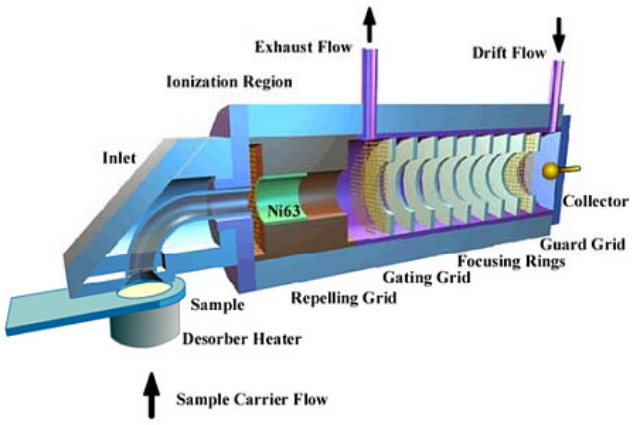
El Programa RECAP, tiene como objetivos tecnológicos el desarrollo de las tecnologías y procesos de integración que posibiliten la fabricación efectiva de antenas de banda ancha, que son capaces de ser rápidamente reconfiguradas mediante un control embarcado para operar eficientemente en un amplio abanico de frecuencias compartiendo una misma apertura.

DETECTORES PORTATILES DE EXPLOSIVOS

Dentro del ámbito de la seguridad, tanto civil como militar, la detección de artefactos explosivos es un tema de creciente importancia. Desde los años 70, en que la frecuencia de secuestros aéreos impulsó la introducción de detectores de rayos X en los aeropuertos, hasta hoy en día, se ha producido una mejora sustancial en la capacidad de detección de estos sistemas.

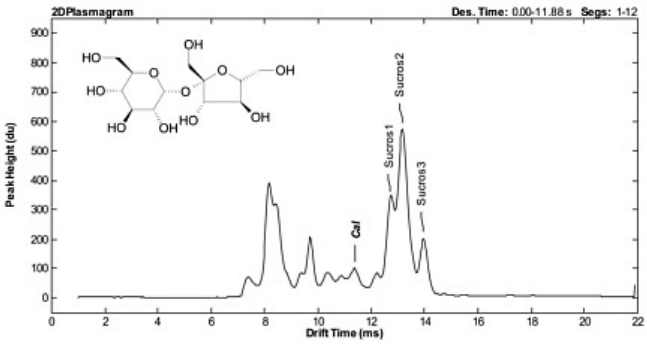
Las tecnologías de detección tradicionales, generalmente provenientes de aplicaciones médicas, se basan en el reconocimiento de formas de objetos y características de los materiales explosivos. Estas tecnologías (rayos X, Tomografía Computerizada, Activación Neutrónica, etc.) someten al artículo a inspeccionar, a una radiación mediante cuya respuesta identifican la presencia o no de un artefacto explosivo. Si bien estas técnicas o combinaciones de las mismas proporcionan una capacidad de detección adecuada, el peso y el volumen que en general suponen los equipos basados en estas tecnologías no les hacen adecuados fuera de aplicaciones estáticas. Existen otras tecnologías posteriores, que detectan mediante las trazas de las sustancias, que se exponen a continuación.

La detección de rastros o trazas de explosivos (partículas o vapores) constituye un enfoque diferente que además permite desarrollar equipos de reducido tamaño y altas prestaciones. Estos equipos son capaces de identificar explosivos en muy bajas concentraciones mediante diversas técnicas: espectrometría de movilidad de iones (IMS, ITMS y FIS), quemiluminiscencia, termo-redox, espectrometría de masas, onda acústica superficial, etc. De todas ellas, la más versátil es la IMS y su variante ITMS.



Esta tecnología se basa en un método analítico instrumental parecido a la espectrometría de masas. Además de su capacidad de detección e identificación, tiene las ventajas de su sencillez de operación, bajos costes de adquisición y mantenimiento, y el hecho de no emplear fuentes de radiación nocivas.

Los vapores o partículas vaporizadas de la muestra se hacen circular en suspensión en una corriente de aire caliente a través de una cámara, donde se ionizan, y un tubo donde, aplicando una diferencia de potencial, los iones se impulsan hacia un colector. La velocidad que adquieren las moléculas ionizadas depende de su masa y de su carga, y la detección se efectúa seleccionando adecuadamente el rango de tiempos en que deben llegar al colector los iones de los explosivos. Como resultado se obtiene una señal característica que, a modo de huella dactilar, se compara con una librería de compuestos clasificados.



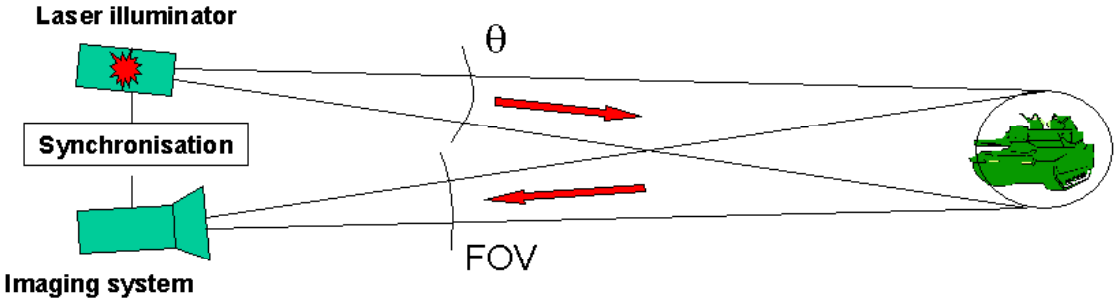
Las muestras que se analizan se obtienen bien por aspiración del aire que rodea la pieza o sujeto a muestrear, o bien calentando y aspirando un tejido que previamente se ha frotado con el objeto o sujeto sospechoso. El análisis se realiza en unos pocos segundos y generalmente se pueden identificar las principales sustancias explosivas como octógeno, hexógeno, pentrita, trilita, semtex, tetralita, nitroglicerina, explosivos comerciales, explosivos caseros, etc.

Los equipos que se fabrican actualmente que utilizan esta tecnología pueden caber en un maletín y conservan sus características de rapidez y precisión en el análisis, por lo que son idóneos para todas aquellas aplicaciones en que sea conveniente el rastreo de explosivos en lugares remotos o improvisados como puestos de control, eventos puntuales, despliegues, etc.

Por último, destacar que, con las mismas tecnologías, también se comercializan detectores portátiles de drogas y agresivos químicos y biológicos.

El Observatorio de Armamento, Munición, Balística y Protección inició sus actividades en el pasado año y, en breve, publicará una monografía sobre "detectores portátiles de explosivos" de la que se adelanta este artículo.

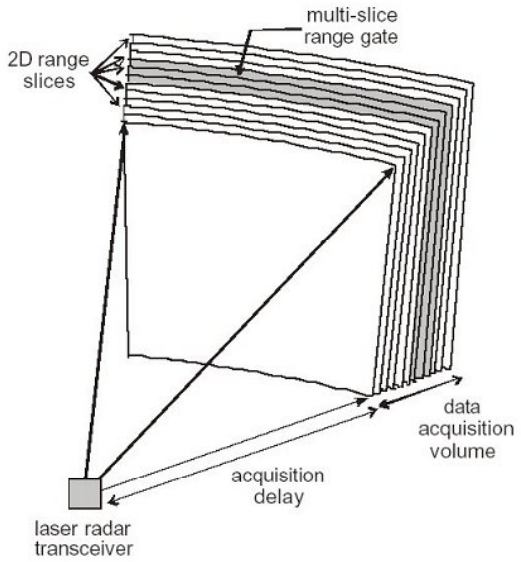
SISTEMAS ELECTRO-OPTICOS: LADAR y LIDAR



Cuando leemos algún artículo acerca de sistemas electro-ópticos de observación o de detección remota nos encontramos habitualmente con expresiones tales como activo, gated, pulsado, flash o más explícitamente radar láser, LADAR, imagen 3D, LIDAR, sistema de imagen LIDAR... Todas estas expresiones se refieren a las técnicas de teledetección que aprovechan la disponibilidad de láseres eficientes de pulsos ultracortos sincronizados con detectores con una capacidad de obturación electrónica ultrarrápida.

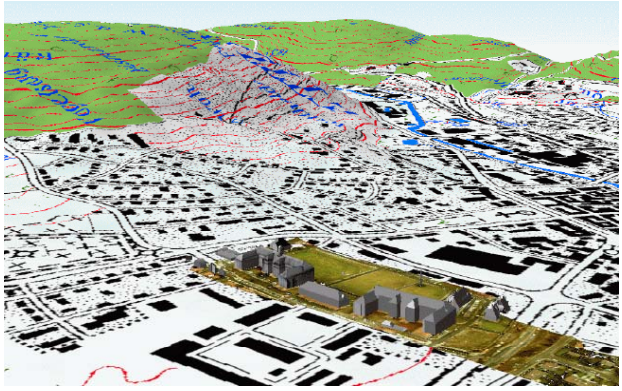
El LADAR o radar láser es un dispositivo análogo al radar que envía estrechos pulsos de luz láser en lugar de las ondas electromágneticas utilizadas en el radar. El valor añadido de los sistemas LADAR en relación al RADAR reside en la capacidad de resolución espacial que se obtiene en la banda óptica del espectro electromagnético frente a las ondas de radio. Por el contrario, y como característica intrínseca a todo sensores electro-optico el LADAR es más sensible a fenómenos atmosféricos (lluvia, niebla, ...) que cualquier sistema Radar.

Los LADAR emplean láseres pulsados y obturadores ópticos rápidos con selección de rango temporal. El láser pulsado ilumina la escena y la señal fotónica de retorno es detectada por el sistema de imagen gated. La activación del gate del detector puede ser llevada acabo durante un corto periodo de tiempo con un determinado retardo temporal respecto al disparo de iluminación, obteniéndose a partir de ese tiempo de vuelo la distancia espacial del elemento de la escena detectado.



Toda la iluminación reflejada y retrodispersada fuera de esa porción de apertura electrónica no es detectada por el sistema de imagen. La única contribución es la de la energía reflejada y retrodispersada durante la activación del gate, lo que hace aumentar significativamente la relación señal-ruido del sensor.

El LIDAR (light detection and ranging) tiene el mismo principio de funcionamiento que el LADAR y son sólo los tipos de parámetros físicos medidos y el tratamiento que se hace de los mismos los que diferencian a uno de otro. Así, el LADAR mide la intensidad reflejada por un objeto sólido mientras que el LIDAR estima la intensidad que absorbe o emite un material o compuesto. Mientras el LADAR se utiliza en la obtención de rasgos característicos 3D de escenas, el LIDAR se emplea en la detección y análisis espacial de agentes químicos y biológicos en medios atmosféricos y marinos.



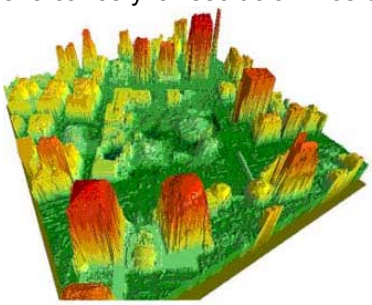
Existen muchas características que determinan el comportamiento de un sistema LADAR/LIDAR como pueden ser la técnica de detección, la técnica de modulación y la de demodulación, el tipo de láser o la longitud de onda de operación, ... que se seleccionarán en función del rango de aplicación y la resolución requerida.

En relación a las técnicas de detección empleadas, éstas pueden ser directas o coherentes, proporcionando estas últimas una sensibilidad más alta para la misma potencia transmitida y teniendo la capacidad de percibir el movimiento radial incluyendo vibraciones. (técnicas Doppler).

Respecto al tipo de láser, es la impresionante evolución de las fuentes y los detectores láser la que está haciendo posible la rápida y extensa implantación de esta técnica. La investigación en el campo de los láseres incorpora continuamente al mercado fotónico láseres de estado sólido de diseño cada vez más avanzado, más compactos y de menor consumo, con capacidad de generar pulsos ultracortos de elevada potencia, y en algunos casos sintonizables en un rango de longitudes de onda.

Los tipos de láser utilizados en sistemas LADAR - LIDAR pueden ser de barrido o con matrices de plano focal 3D (3D FPA). Los primeros se apoyan en un telémetro al que se le incorpora un sistema de barrido de alta velocidad y elevada precisión. El haz láser tiene una pequeña divergencia con respecto a la iluminación de los de matriz con lo que irradiancia que llega a la porción de blanco es también mayor. Los sensores en este caso son fotodiodos APD (Avalanche Photodiode) o diodos tipo P-I-N, sea en modo "single" o en pequeñas matrices de fotodiodos y se encuentran ampliamente implantados en el mercado civil. Por su parte, los basados en sensores 3D FPA están hoy en día en desarrollo, y la capacidad de los disponibles sólo nos permiten obtener una rebanada de la profundidad de la escena seleccionada sincronizando el retardo entre iluminación y apertura del "gate". La alternativa tecnológica a esta limitación pasaría por el acoplamiento de la matriz o el sensor fotoeléctrico a un ROIC ("Read Out Integrated Circuit"), basados normalmente en una tecnología CMOS, y en este sentido se están desarrollando los proyectos americanos y europeos.

El LADAR y el LIDAR son un claro ejemplo de la dualidad civil y militar y la diferencia sólo se produce en las aplicaciones finales y requisitos operativos exigidos. La capacidad de estimación de la dimensionalidad de los sistemas LADAR los hace muy útiles en una amplia gama de aplicaciones dependientes de las prestaciones de los mismos con respecto al alcance y la resolución/incertidumbre.

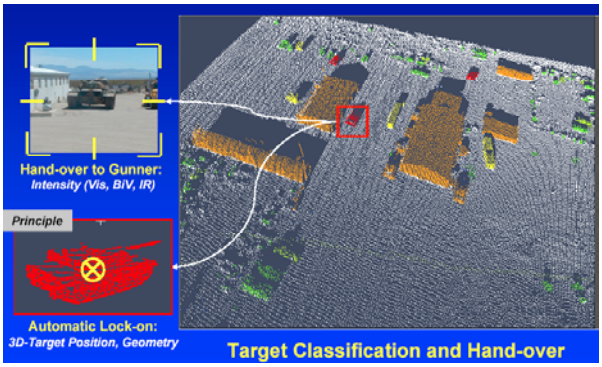


Así, equipos con alcances máximos que se aproximan al centenar de metros y con resoluciones e incertidumbres en torno a la decena de mm se centran en entornos industriales: determinación de niveles de llenado, perfilometría de piezas, tareas de detección y medida en robótica, detección de aproximación para evitar colisiones o realizar tareas de posicionamiento y acoplamiento...

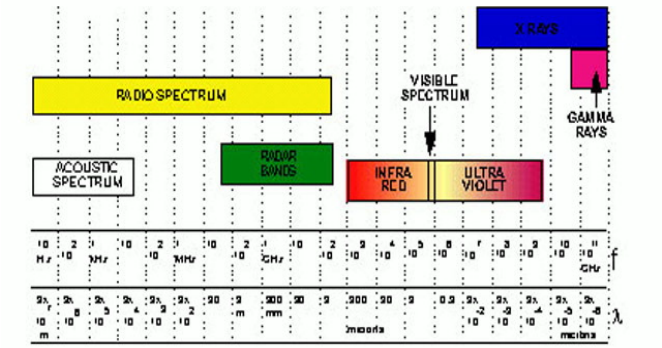
Sistemas que ya llegan a alcances máximos próximos al kilómetro, con resoluciones e incertidumbres en torno al cm, se dedican al ámbito de la construcción e ingeniería de grandes dimensiones: imágenes 3D de edificios y estructuras, levantamiento de mapas topográficos del terreno, adquisición de escenas para aplicaciones de modelado de realidad virtual, medidas dimensionales de contenedores, modelado 3D de piezas o estructuras con formas complejas...

Por último, para alcances máximos en torno a los 3 kilómetros con resoluciones del orden del centímetro e incertidumbres en las decenas de centímetro encontramos aplicaciones civiles como: altimetría de entornos urbanos, detección de náufragos y pequeñas embarcaciones en el océano, batimetría marina, monitorización de bosques y cultivos,...

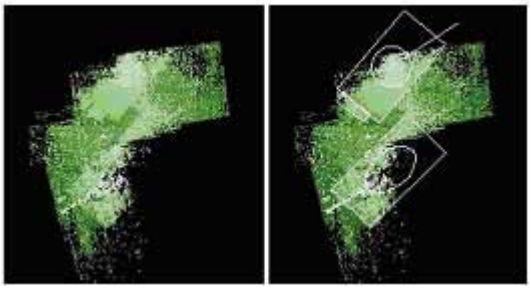
En el campo militar las aplicaciones se extienden desde distancias de decenas de metros (p.e. detección de obstáculos) con resoluciones del orden del milímetro, a decenas e incluso centenares de kilómetros con resoluciones menores al metro (discriminación estratégica de blancos). Por su parte, esta cada vez más extendido el uso de radares láser 3D para aplicaciones militares en los que se requiere una visión tridimensional con una elevada resolución, tales como la detección de obstáculos, el reconocimiento/identificación de blancos y el levantamiento de planos del terreno.



En los Programas Nacionales de fusión de sensores de diferentes países de la NATO, los sistemas de imagen electro-optica activos representan un sistema de apoyo al resto de sensores electro-opticos pasivos clásicos. En su mayoría, las plataformas multisensoriales disponen de sensores con láseres (telémetros, sistemas de imagen láser o láseres multifunción) integrados con otros dispositivos operando en otras regiones del espectro electromagnético (desde ondas milimétricas, infrarrojos e incluso acústicas).

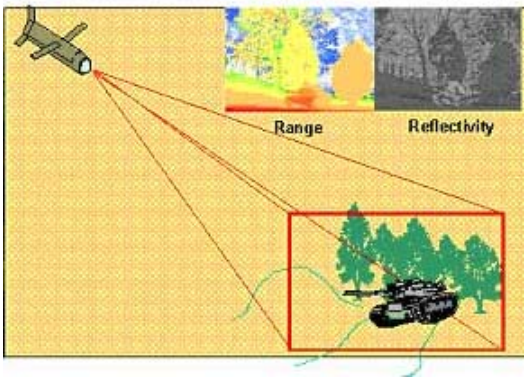


Los sistemas activos superan la limitación de los pasivos en condiciones de baja visibilidad y bajo contraste. Extraen las características estables de los blancos bajo un vasto rango de condiciones debido a que la información depende primordialmente de la forma, además se incrementa la capacidad de identificar blancos parcialmente ocultos o camuflados o difícilmente distinguibles del fondo. Adicionalmente son capaces de proporcionar una imagen 3D del entorno observado aportación de impacto significativo en la capacidad de reconocimiento/identificación y seguimiento automático de blancos simples y múltiples.



Los LADAR de corto alcance son utilizados a bordo de helicópteros y robots para la detección de obstáculos, observación táctica de escenarios terrestres y urbanos y navegación. En operaciones marinas los dispositivos activos se utilizan en batimetría láser, para la detección de minas costeras y la visión a través de aguas costeras (de mayor turbidez que las oceánicas).

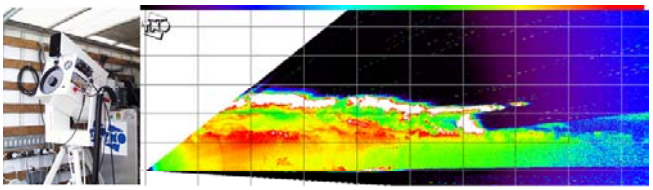
Los proyectos más avanzados integran rastreadores de imagen LADAR a bordo de vehiculos no tripulados (UAV) y misiles de crucero. Los primeras son plataformas de reconocimiento avanzado, mientras que el objetivo de los segundos es la relocalización de blancos mediante el empleo de ATR (Autonomous Target Recognition) en tiempo real para el ataque con submunición de precisión. Estos dispositivos con capacidad de reconocimiento, identificación y navegación están enlazados a través de una red para mitigar la vulnerabilidad de los sistemas GPS. También se estudia la utilización a decenas de kilómetros integrándolos en los pod de observación de los aviones de combate.



Además de la medida de la intensidad reflejada por un blanco, se pueden emplear otras técnicas LADAR para medir otros parámetros físicos (vibración, polarización, multiespectralidad,...). La técnica de vibrometría láser o radar láser coherente mide las firmas vibracionales de los blancos aprovechando la elevada resolución Doppler. Dos de las aplicaciones militares en las que está siendo empleada son la detección de minas enterradas, excitando el terreno con ondas acústicas, y la detección a distancia de blancos vibrantes (como vehículos con el motor en marcha o partes móviles) para su posterior clasificación e identificación.

Por su parte, la tecnología LIDAR está siendo empleada para la teledetección de agentes químicos y biológicos en los denominados Long Range - Biological Standoff Detection System (LR-BSDS). Esencialmente se están probando técnicas de luminiscencia bajo excitación láser en el ultravioleta e infrarrojo y la espectroscopia RAMAN. Esta última técnica es capaz de analizar las trazas de gases y explosivos que escapan de sus contenedores.

Respecto a las aplicaciones militares de los sistemas de fluorescencia LIDAR, indicar que la bioluminiscencia de ciertos organismos marinos al paso de un barco o submarino puede ser detectable durante períodos de tiempo significativos.



En aguas oceánicas, la dispersión Raman es utilizada para medir la temperatura mientras la que la dispersión Brillouin estima la velocidad de propagación del sonido. Estas técnicas son una alternativa a los batitermógrafos y un perfilómetro LIDAR de suficiente sensibilidad sería capaz de detectar una nave sumergida siguiendo los cambios térmicos inducidos en la temperatura de una columna de agua.

A nivel militar, el interés internacional en estos dispositivos electro-opticos queda demostrado en el aumento del número de proyectos, grupos de trabajo y seminarios que se han llevado a cabo sobre todo desde el año 2001 en el seno de la WEAO/PANEL II/CEPA 8 (Advanced Electro-optical Systems and Technologies) y en el panel NATO/RTO/SET (Sensors & Electronics Technology).

En nuestra nación y dentro de la Subdirección General de Tecnología y Centros, el Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada realiza desde hace más de un año, el seguimiento y evaluación tecnológica de los LADAR y participa como asesor técnico en varias actividades relacionadas directa o indirectamente con este tipo de equipos. Así mismo, participa en el grupo NATO/RTO/ SET-077/RTG-45 "N-Dimensional Eyesafe LADAR Imaging for Military Applications" al que ha contribuido con trabajos en el campo del reconocimiento/identificación automática de blancos a partir de imágenes 3D.

Este artículo ha sido preparado por el Dr. José Díaz Caro, Investigador del CIDA y representante nacional en el RTG-45. Los temas desarrollados serán ampliados en una monografía que se publicará en el mes de abril.