

SISTEMAS COMPUTACIONAIS INTELIGENTES EMBARCADOS EM AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

Capitão Nina Machado Figueira

A Capitão Engenheiro Militar Nina Figueira é pesquisadora convidada do Instituto de Geomática de Barcelona e está em doutoramento na área de integração de multissensores embarcados em Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas, na Universidade de São Paulo. É graduada em Engenharia Cartográfica e mestre em Engenharia de Defesa, pelo Instituto Militar de Engenharia. Possui o curso de Geoprocessamento, Análise de Banco de Dados Geoespaciais e Processamento Digital de Imagens, no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, e o curso de Infraestrutura de Dados Espaciais, na Universidade Politécnica de Madrid e no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Integrou o grupo de trabalho para implantação da Infraestrutura de Dados Espaciais no cenário cartográfico nacional (nina_figueira@hotmail.com).



A aquisição de informações sobre possíveis ameaças, o processamento dessas informações com vistas à tomada de decisão e a ação para neutralizar as ameaças são fundamentais para o êxito no combate. Nos últimos anos a tecnologia de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) tem se mostrado progressivamente mais presente em iniciativas inovadoras para detecção, análise e monitoramento. Paralelamente, a tecnologia dos sensores de imagem tem evoluído de forma bastante consistente, tanto em resolução espacial, espectral e radiométrica como na redução de tamanho, peso e consumo de energia, tornando-os bastante adequados para transporte por aeronaves remotamente pilotadas de pequeno porte. Tais tecnologias, aplicadas em conjunto com abordagens atuais de análise de dados, têm o potencial de gerar conhecimento, identificar problemas e apoiar tomadas de decisões em aplicações diversas como as de emprego militar, de controle ambiental, de agricultura e de monitoramento de áreas extensas.

Os SARP são sistemas compostos por plataformas aéreas onde são embarcados diversos sensores inteligentes, destinados a múltiplas e distintas finalidades de acordo com a especificidade da aplicação

e da missão a ser executada. As informações produzidas por esses sensores podem ser integradas e processadas em tempo real por um sistema único embarcado de forma a otimizar o auxílio à tomada de decisão.

Algumas aplicações, tais como missões militares e de segurança pública, estão exigindo um número maior de soluções em tempo real para o gerenciamento e a transmissão de grande volume de dados, com consequente necessidade de enlaces de comunicação confiáveis e de alta velocidade que, quando disponíveis, apresentam um custo excessivamente elevado. Uma alternativa para contornar esse problema é reduzir o fluxo de informações por meio do processamento embarcado de dados. A ideia básica é transmitir para a estação de solo, em tempo real, apenas dados processados e prontos para uso de acordo com a natureza de cada missão. O restante das informações adquiridas durante o voo seria resgatado somente após o término da operação. Nesse contexto, gerar automaticamente mapas temáticos, ou seja, visualizar informações geográficas específicas (de acordo com cada missão) é fundamental para reduzir o grande volume de dados nos enlaces de comunicação, reduzindo também os custos, uma vez que o preço dos enlaces de transmissão de dados é diretamente proporcional à sua qualidade.

Este artigo tem por finalidade apresentar alguns conceitos básicos dos novos sistemas inteligentes embarcados em plataformas aéreas que estão sendo desenvolvidos no âmbito da Força Terrestre (F Ter) de forma a potencializar as aplicações de um SARP, dentre eles o *Mission Oriented Sensor Arrays* (MOSA).

O uso de SARP tem se tornado cada vez mais comum em nível mundial. Seu emprego no teatro de operações envolve a interação com diversos outros sistemas relacionados às ações de comando, controle, comunicação, computação, inteligência, informação, vigilância e reconhecimento, também conhecidos internacionalmente como sistemas C⁴I²SR. Os módulos de integração são compostos de equipamentos necessários para realizar os enlaces para os comandos de voo, para transmissão de dados da carga útil e para a coordenação de tráfego aéreo com os órgãos de

controle, na jurisdição do espaço aéreo onde a aeronave remotamente pilotada (ARP) esteja operando, entre outras múltiplas atividades diretamente relacionadas com a natureza da missão.

No cenário militar moderno, os SARP têm focado o cumprimento de missões específicas de natureza complexa, perigosas e exaustivas nas quais é conveniente evitar a exposição permanente dos pilotos. Essas missões estão divididas em três tipos: sensoriamento remoto, transporte de cargas e apoio às estruturas eletrônicas de comunicação. Em missões de sensoriamento remoto estão previstas operações de vigilância, reconhecimento de elementos no terreno, apoio de fogo à artilharia, mapeamento temático em tempo real, entre outras. Dependendo da capacidade da carga útil das ARP, também podem ser utilizadas para transportar material de emprego militar, além de cargas perigosas como forma de apoio logístico. Utilizar um SARP como apoio às estruturas eletrônicas de comunicação consiste em utilizar uma ARP como uma antena transferidora (retransmissão) de sinal ou até mesmo como uma antena bloqueadora para uma determinada área de atuação.

No contexto da F Ter, grandes esforços têm sido direcionados aos projetos envolvendo o desenvolvimento de SARP. Em 1999, foi criada no Centro Tecnológico do Exército (CTEx) uma linha de pesquisa de SARP, iniciando a capacitação de recursos humanos nessa área, alocando infraestrutura laboratorial para realização de ensaios e subsidiando atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de demonstradores de tecnologia. Em dezembro de 2011, foi assinado um acordo de cooperação técnica entre o Departamento de Ciência e Tecnologia do Exército (DCT) e o Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC-USP), Campus São Carlos, com o objetivo de desenvolver SARP e subsistemas derivados dessa tecnologia.

Os principais aspectos contemplados pelo acordo são:

- realização de programas e projetos na área de sistemas autônomos;
- complementação dos cursos de pós-graduação realizados no Instituto Militar de Engenharia (IME);
- implementação de ações de P&D; e
- capacitação de recursos humanos na área relacionada a veículos autônomos e suas aplicações.

Para dar suporte às ações previstas no convênio, o ICMC-USP conta uma extensa rede de colaboradores

das mais diversas áreas de atuação tecnológica, dentre as quais podemos citar: Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Universidade Federal de Lavras (UFLA), *Purdue University*, *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), Instituto de Geomática de Barcelona (IGB), entre outros.

ICMC-USP e os SARP

Em 1997, pesquisadores do Laboratório de Computação de Alto Desempenho do ICMC (LCAD – USP, São Carlos), em cooperação com a EMBRAPA Instrumentação Agropecuária, deram início ao projeto ARARA (Aeronaves de Reconhecimento Assistidas por Rádio e Autônomas). O projeto visa ao desenvolvimento e uso de pequenos SARP para monitoramento agrícola e ambiental. O SARP ARARA I, também chamado de AGPlane, ilustrado na figura 1, foi desenvolvido com base nas premissas propostas pelo projeto e já participou de exercícios militares tais como a Operação Membeck e a Operação Santa Bárbara.

Em novembro de 2013, a segunda geração do projeto, o ARARA II, realizou o voo do primeiro SARP brasileiro em solo americano, acompanhado por pesquisadores do ITA, ICMC e da *Purdue University* em *West Lafayette*, Indiana, EUA.



Figura 1: SARP AGPlane, desenvolvido no projeto ARARA.

Em 2009, o projeto TIRIBA foi desenvolvido pelo ICMC-USP em parceria com o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos (INCT-SEC). O principal objetivo do projeto foi o desenvolvimento e a fabricação de sistemas de controle autônomos para SARP, baseados em sensores de pressão barométrica, inerciais e *Global Positioning System* (GPS).

O sistema foi concebido para ser de simples



Figura 2: SARP TIRIBA

utilização, uma vez que a missão pode ser definida a partir de um smartphone ou de um tablet. A aeronave desenvolvida, ilustrada na figura 2, é atualmente comercializada pela empresa AGX Tecnologia de São Carlos.

A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) certificou, em março de 2014, dois SARP TIRIBA adquiridos em 2012 pela Polícia Militar do Estado de São Paulo. Foi comprovada por meio de eventos-teste a eficácia desse tipo de plataforma no monitoramento ambiental. Na análise das imagens adquiridas pela ARP foram identificadas embarcações em área de exploração proibida, além de trabalhos ilegais realizados nas margens de diversos rios. Também está sendo avaliado o emprego desse tipo de sistema no policiamento urbano e no apoio a bombeiros em operações de salvamento.

O Projeto SARVANT, mostrado na figura 3, iniciou-se em 2008 quando a empresa AGX, em parceria com a empresa Aeroálcool Tecnologia e a empresa ORBISAT, contando com o apoio da USP e da Financiadora de Estudos e Projetos Especiais (FINEP), desenvolveu um novo SARP, com autonomia de voo superior a 20 horas, carga útil de 45 kg e velocidade de cruzeiro de 200 km/h. Os sistemas de guiamento e controle da aeronave foram desenvolvidos em parceria com o INCT-SEC. Uma das inovações desse projeto é o sistema de controle com redundância tripla, quesito importante no que se refere à segurança de operação. Outra novidade é o radar de abertura sintética de dupla banda que será acoplado ao SARP visando à realização de serviços elaborados de mapeamento, como por exemplo, o levantamento do plano altimétrico de uma região florestal e a medição da biomassa existente.

O SARP TUIM, é primeiro produto oriundo da parceria entre o ICMC-USP e o DCT-EB. Esse projeto foi elaborado visando inicialmente ao desenvolvimento de uma versão militarizada do miniSARP Tiriba, que



Figura 3: SARP SARVANT

atendesse aos ROB (Requisitos Operacionais Básicos) estabelecido pelo Estado-Maior do Exército (EME).

A Empresa AGX ingressou oficialmente como parte executante do convênio em abril de 2013, sendo responsável atualmente pela construção da aeronave, fornecimento e instalação do piloto automático. Esse projeto prevê a instalação de sistemas inteligentes complexos baseados nos conceitos de MOSA e o *In Flight Awareness* (IFA). A previsão de conclusão do SARP TUIM é para o segundo semestre de 2014. Atualmente a distribuição das partes que compõem o projeto é a seguinte:

CTEX: responsável pela estação de controle (EC), mochila da EC, mochila da aeronave e o payload com as câmeras necessárias ao cumprimento da missão, mostrados da figura 5.

CMC-USP: desenvolvimento do projeto da aeronave e subsistemas computacionais relacionados à inteligência da missão tais como o MOSA e o IFA.

AGX Tecnologia: fabricação da eletrônica de bordo
Sistemas embarcados devem ser certificados com normas específicas para serem utilizados e comercializados, e sistemas aviônicos devem, normalmente, atender às normas RTCA



Figura 4: SARP TUIM



Figura 5: EC, mochila da EC, *payloads*.

DO-178B (*software*) and DO-254 (*hardware*). Esse desenvolvimento de sistemas certificados não é uma tarefa trivial, encarecendo o seu custo, soma-se a isso o fato de que soluções de plataformas de baixo custo não são adequadas para embarcar sensores, normalmente de elevado valor. Sendo assim, propõe-se utilizar subprodutos de baixo custo, a partir de um produto principal que esteja sendo desenvolvido para atender a normas de certificação, apenas como plataforma de teste e desenvolvimento de novos sistemas, treinador de pilotos e disseminador de doutrina.

O projeto ARARINHA é uma iniciativa acadêmica, aberta e de baixo custo para o desenvolvimento de sistemas aéreos não tripulados, compreendendo quatro aspectos básicos: aeronave, controle de voo, comunicação e carga útil (*payload*). Ele é a primeira iniciativa do Grupo de Interesse em Sistemas Autônomos e Aplicações (GISA), sediado no Departamento de Sistemas de Computação da USP, em São Carlos, mostrado na figura 6. Todo o projeto da aeronave e instruções para a sua construção estão disponibilizados em domínio público no sítio <http://gisa.icmc.usp.br>.

Entre os dias 15 e 19 de fevereiro de 2014, foi realizada no 13º Regimento de Cavalaria Mecanizado (13º R C Mec) a I Maratona GISA. Com o intuito de apresentar o projeto do SARP ARARINHA aos alunos da USP São Carlos, foi elaborado um minicurso com duração de 40 horas visando a fornecer condições, materiais e técnicas para a construção e pilotagem da aeronave, bem como a instalação de sistemas e realização de missões. Esta iniciativa tem o objetivo de formar recursos humanos capacitados a disseminar o conhecimento desenvolvido no GISA em diversas universidades no país, bem como contribuir para o



Figura 6: GISA na oficina de construção do SARP ARARINHA

desenvolvimento da indústria de defesa nacional.

OS NOVOS SISTEMAS COMPUTACIONAIS INTELIGENTES

Atualmente estão sendo desenvolvidos no programa de pós-graduação do ICMC-USP sistemas computacionais inteligentes e integrados que, quando embarcados, ampliam sobremaneira a capacidade dos SARP. Dentre eles podem-se destacar o IFA e o MOSA.

O Projeto IFA começou a ser desenvolvido em 2012 pelo ITA em parceria com o ICMC e o MIT e está intimamente ligado ao conceito de segurança e consciência situacional em voo. O principal objetivo é colocar de volta na aeronave o conhecimento situacional de um piloto humano por intermédio de: análises geográficas (modelos digitais do terreno, fronteiras, ocupação humana, opções de pouso e obstáculos); aeronavegabilidade e condições climáticas; tráfego aéreo; otimização de rotas.

O Projeto MOSA contempla um conjunto de sensores inteligentes embarcados que interagem entre si, utilizando inclusive o conceito de *Internet of Things*. Esse tipo de matriz de sensores constitui o cérebro das plataformas e possibilita o cumprimento de missões auxiliando a tomada de decisão e a coleta de dados específicos, otimizando o fluxo de dados em função de limites do canal de comunicação no caso de transmissão em tempo real.

Em sistemas complexos como os SARP de médio e grande porte, os custos de processador e memória não representam uma limitação.

A utilização do MOSA pode proporcionar maior versatilidade e flexibilidade mediante a adequação da estrutura dos sensores a missões específicas.

Diferentes missões, definidas pelo MOSA, e diferentes sensores podem ser integrados, possibilitando a escolha do melhor arranjo de sensores que se ajuste ao cenário de utilização do sistema. Este é o mecanismo básico do MOSA, fazendo com que a missão possa ser adaptativa.

Durante uma missão, com base em uma matriz de reconfiguração, o SARP pode se adaptar dinamicamente às características da missão, escolhendo os sensores que melhor se encaixem dependendo da situação. Além do hardware, um sistema MOSA deve contemplar também o *software* capaz de realizar uma missão, comunicar-se com todos os sensores que o compõem e enviar e receber dados para a aeronave.

Vislumbra-se a possibilidade de integração de sensores *GPS*, *Inertial Navigation System* (INS), *infra-red* (IR), câmera fotográfica, câmera de vídeo, *laser scan*, radar e acústico, além de processadores de imagens e conjuntos de circuitos reconfiguráveis *Field-Programmable Gate Array* (FPGA) entre outros. É possível utilizar sistemas MOSA em diferentes aeronaves.

O protocolo utiliza mecanismos *plug-and-play* para verificar se a aeronave é ou não capaz de realizar uma missão específica. Em alguns casos, pode ser necessária uma autonomia muito grande ou manobras rápidas, entre outros fatores limitantes.

Além disso, o sistema MOSA deve ser capaz de

determinar se a missão prevista pode ou não ser realizada.

DESCRIÇÃO FUNCIONAL DE SISTEMAS MOSA

A principal característica da arquitetura do MOSA é a divisão do sistema em dois blocos distintos, o bloco "Aeronave" (parte crítica do SARP, incluindo a eletrônica do piloto automático) e o bloco "Sistema MOSA" (parte não crítica do SARP).

A criticidade do sistema está relacionada a perdas significativas no caso de falhas de componentes. Para comunicar-se com a aeronave, o MOSA deve utilizar uma interface padrão, denominada *Smart Sensor Protocol/Smart Sensor Intertace* (SSP/SSI). SSP é o protocolo de comunicação utilizado, enquanto SSI é a interface que permite que o sistema MOSA possa utilizar diversos serviços providos pela aeronave, notadamente os serviços de voo e de comunicação com a estação de controle em solo. A figura 7 apresenta uma proposta de diagrama funcional simplificado da arquitetura MOSA e o inter-relacionamento entre os componentes do sistema. Módulos com bordas tracejadas são considerados opcionais.

O diagrama pode variar em complexidade e número de componentes, dependendo de cada aplicação em particular.

Diferentes missões definidas por sistemas MOSA diferentes podem ser integradas de forma a compor o

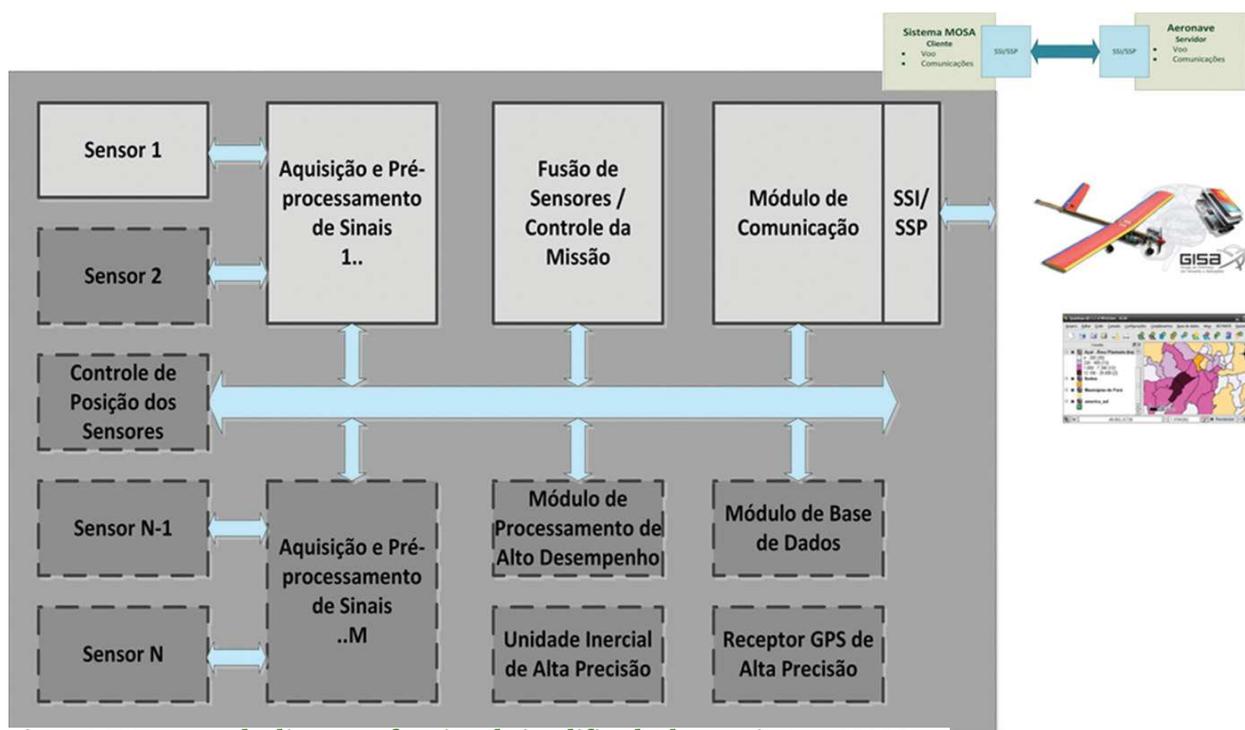


Figura 7: Proposta de diagrama funcional simplificado da arquitetura MOSA

melhor arranjo que se ajuste ao cenário de utilização do sistema. Este é o mecanismo básico do MOSA, fazendo com que a missão possa ser adaptativa. Durante uma missão, com base em uma matriz de reconfiguração o SARP pode se adaptar dinamicamente às características da missão, escolhendo os sensores que melhor se encaixam dependendo da situação. Uma das ideias centrais é produzir e transmitir em tempo real informações através de canais de comunicação de baixa largura de banda para uma estação de controle de solo.

EXEMPLO DE SISTEMA MOSA – AUTOMATIC SOUND MAPPER (ASM)

Normalmente os SARPs são utilizados para transportar sensores de imagem na região visível do espectro. Embora essas imagens sejam fontes de dados cruciais para a inteligência militar, entre outras aplicações, a quantidade de informação pode ser limitada para algumas aplicações específicas. É muito difícil procurar ameaças camufladas através da observação da região visível do espectro. Sensores de imagem termal contribuem significativamente para a localização de ameaças camufladas pela detecção da emissão de calor. A título de exemplo, uma pessoa emite cerca de 70 watts em média de radiação na região termal do espectro. Se o conjunto de sensores de imagem em um SARP é acrescido de um sensor

acústico, existe a possibilidade adicional da detecção de ameaças pela localização da sua emissão acústica. Fontes sonoras típicas neste caso são representadas por disparos, foguetes e veículos, entre outras.

A Figura 8 mostra um diagrama de blocos da proposta de um sistema para a localização de fontes sonoras no teatro de operações militares, particularmente atiradores camuflados. O sistema será denominado ASM – *Automatic Sound Mapper*. Este diagrama é uma adaptação da estrutura mais geral apresentada na figura 7, visando contemplar a aplicação prevista.

Além da câmera de vídeo termal do sensor acústico 3D, uma câmera de vídeo *Red, Green, Blue* (RGB) está prevista como parte dos sensores do sistema. Para permitir o georrefenciamento direto das imagens obtidas, estão previstos um receptor *GPS* de alta precisão operando no modo diferencial com frequência dupla e uma unidade inercial de alta precisão. Também podem ser utilizados para georreferenciamento os dados obtidos de um Sistema de Informação Geográfico (*Geographic Information System – GIS*) embarcado. Alta precisão, nesse contexto, equivale a uma precisão maior que a exibida pelos mesmos sensores disponíveis na aeronave e utilizados para a manutenção da estabilidade de voo.

Os dados obtidos dos sensores de imagem devem sofrer um pré-processamento que inclui seu

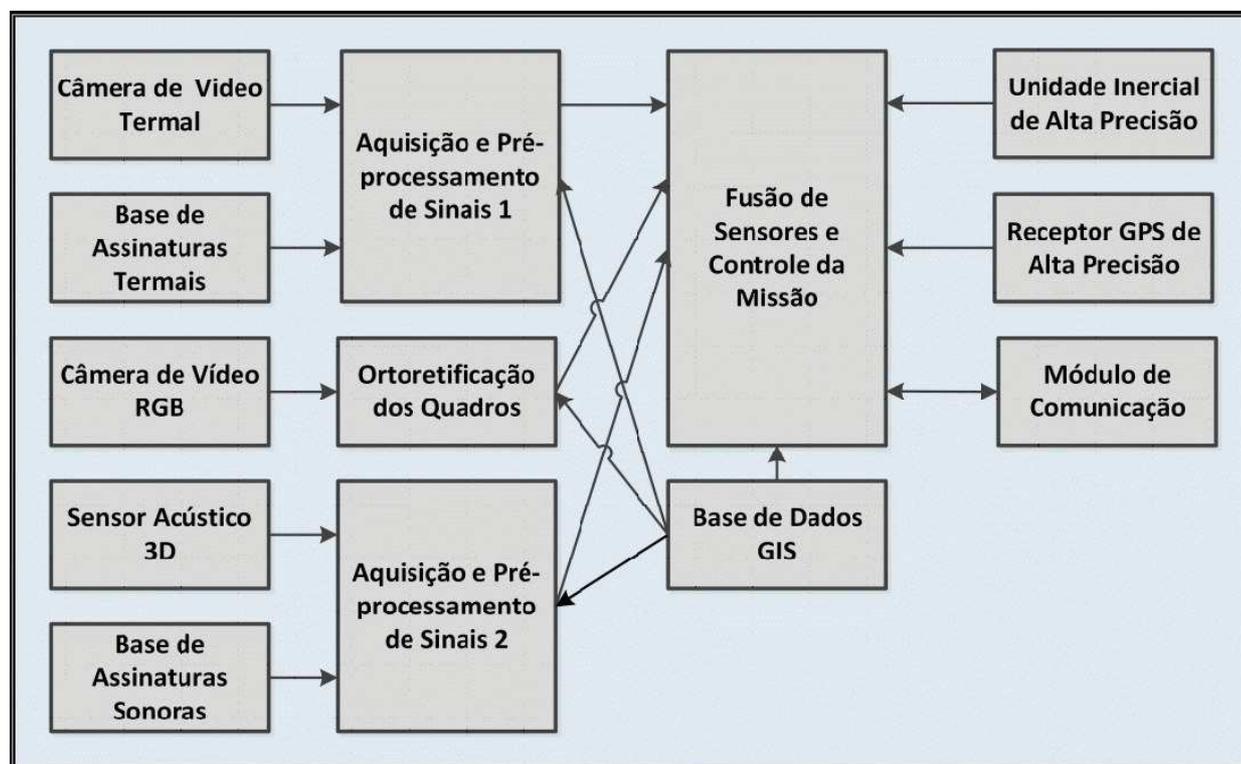


Figura 8: Proposta de implementação para o ASM - Automatic Sound Mapper

georeferenciamento e ortorretificação antes de serem fundidos no módulo “fusão de sensores e controle da missão”. A correlação de tempo entre os eventos será necessária devido às diferentes velocidades de propagação da luz e do som. Também, como parte do pré-processamento dos dados, será pesquisada a existência de assinaturas termais e sonoras nos dados dos sensores, possibilitando a identificação da natureza das fontes sonoras, por exemplo, o som de um canhão apresenta uma assinatura sonora diferente de um disparo de fuzil. Pode-se afirmar o mesmo a respeito da assinatura termal produzida nos dois casos, acrescida da assinatura termal do veículo que transporta o canhão e do combatente que transporta o fuzil.

As comparações dos dados com as assinaturas armazenadas deverão ocorrer periodicamente ou serem desencadeadas por eventos acústicos/termais relevantes. Ambas as assinaturas poderão identificar a natureza da fonte sonora, mesmo não apresentando os mesmos resultados. Todas as informações geradas serão fundidas no módulo de fusão/processamento para a obtenção da posição de origem da fonte sonora, utilizando a posição e a altitude do sensor dada pela integração entre o sensor inercial e o receptor *GPS*. Uma conclusão sobre a natureza da fonte sonora será emitida juntamente com um índice de confiança correspondente. O mecanismo de comunicação enviará essa informação para a equipe da estação de solo em terra, permitindo seu uso imediato em situação de batalha.

Dos sensores utilizados, o menos convencional é o sensor acústico tridimensional produzido pela empresa *Microflown AVISA*. Este sensor é mostrado na figura 9. Baseado na tecnologia *Micro-Electro-Mechanical Systems* (MEMS), o sensor utiliza a diferença de temperatura na secção transversal de dois fios aquecidos para determinar a velocidade das partículas de ar movimentadas pela onda acústica. Três sensores são montados ortogonalmente em um único ponto, possibilitando um sensor tridimensional muito compacto. A direção e a elevação das fontes sonoras são fornecidas diretamente pelo sensor. Algoritmos fornecidos pela empresa permitem que a distância até a fonte emissora seja calculada. O sensor acústico descrito pode localizar múltiplas fontes sonoras simultaneamente mesmo em situações acústicas complexas, tais como nos ambientes urbanos ou em plataformas ruidosas, tais como os SARP e os veículos terrestres de motores à combustão.

Ao contrário dos sensores acústicos tradicionais,

esse sensor mede a direção do som em uma ampla faixa de frequências. Se duas fontes estão presentes ao mesmo tempo, o ângulo varia com a frequência de tal forma que múltiplos eventos podem ser facilmente distinguidos. A posição de uma fonte sonora pode ser

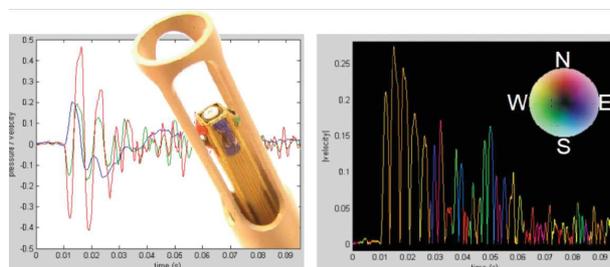


Figura 9: Sensor acústico *Microflown AVISA* [9] plotada no mesmo mapa de navegação que é usado para controlar o SARP.

A proposta do ASM é fornecer outras informações sobre a fonte sonora além da localização. É interessante conhecer a natureza da fonte sonora, isto é, se é um atirador, um carro de combate, uma granada ou até mesmo outros SARP. Se a fonte sonora estiver em movimento, é importante também conhecer sua velocidade e direção. Uma vez localizado, o SARP pode seguir a fonte em movimento utilizando os sensores de imagem. Serão utilizados dois sensores de imagem: um de vídeo RGB com 720 linhas de resolução horizontal e uma câmera de vídeo termal com resolução de 640x480 pixels. Ambos os sensores serão montados na mesma estrutura com 2 graus de liberdade (*pitch e yaw*).

O Laboratório de Computação Reconfigurável, (LCR/ICMC/USP), o CTE_x e o GISA dispõem de todos os recursos necessários para o desenvolvimento da pesquisa proposta. Exceção é feita ao sensor acústico da *Microflown AVISA*. Embora não seja necessário nas simulações previstas, seria importante conseguir fonte de financiamento para sua aquisição, o que permitiria a realização dos experimentos práticos optativos. Uma proposta alternativa é a instalação de microfones em arranjos de direção síncrona na aeronave [10]. Os resultados na geração automática de mapas temáticos a partir da utilização de sistemas MOSA em SARP buscam atingir comportamento dinâmico e flexibilidade para o C4I2SR em operações civis e militares. O mapa de fontes sonoras, realizado pelo sistema MOSA-ASM proposto, será analisado quanto à qualidade do posicionamento das fontes detectadas. Espera-se obter como resultado principal a confirmação da viabilidade de integração dos sensores termal e acústico na automação do mapeamento de fontes sonoras para uso civil e militar.

CONCLUSÕES

Foram apresentados neste artigo os principais projetos na área de SARP e seus sensores inteligentes em desenvolvimento no LCR/ICMC/USP e suas parcerias. Analisando-se alguns projetos em andamento e vislumbrando as suas potencialidades, constata-se que a maior justificativa para o desenvolvimento de sistemas computacionais inteligentes embarcados em SARP é a necessidade de estruturação dos sistemas multimissão que permitam o processamento de dados a bordo durante sua aquisição. Essa estruturação é baseada na integração de dados multissensorais, visando desde a obtenção de informações geográficas confiáveis até a geração automática de mapas temáticos.

Projetos de sistemas envolvendo a geração de mapas temáticos têm sido amplamente utilizados nas áreas de planejamento urbano e ambiental para espacializar temas específicos de forma prática e rápida. Em função da multiplicidade de camadas de informação contidas em uma base cartográfica, muitas vezes o usuário tem dificuldade na assimilação do conteúdo. Nesse sentido, destacar apenas a camada de interesse facilita a visualização dos fenômenos. Outro aspecto importante

a ser considerado é o econômico. O crescimento de demandas envolvendo a geração de informações geográficas faz com que o mercado de profissionais que geram esse tipo de produto esteja cada vez mais voltado à pesquisa por soluções confiáveis, rápidas e baratas. Nesse contexto, a proposta de uma arquitetura com base em arranjos de multissensores orientada para missões específicas (MOSA), que contemple módulos de processamento embarcado de dados, facilitará o desenvolvimento de sistemas automatizados para atender a esse tipo de demanda.

Na Era do Conhecimento, na qual “uma imagem vale mais do que mil palavras”, a terceira dimensão do combate foi elevada a um novo patamar com a utilização de SARP. Olhos em solo já não mais refletem com precisão a realidade do combate. A velocidade de transmissão e a qualidade das informações são fatores preponderantes para o sucesso das operações modernas. No contexto da F Ter, espera-se que os sistemas inteligentes embarcados em SARP sejam capazes de ampliar e otimizar a consciência situacional no teatro de operações e ser uma importante ferramenta na tomada de decisões.

NOTAS/REFERÊNCIAS

AMARANTE, J.C.A. *A Batalha Automatizada: Um Sonho Exequível?* Rio de Janeiro: Caderno de Estudos Estratégicos da Escola Superior de Guerra, 2010.

BRANCO, K. R.; PELIZZONI, J.; JUNIOR, O. T.; OSÓRIO, F. S.; WOLF D. F. *A new approach of UAV based on Model Driven Development and multiprocessors. IEEE International Conference on Robotics and Automation - ICRA Communications. Shanghai, China, 2011.*

FIGUEIRA N. M. *Uso de Arranjos de Sensores Orientados à Missão para a Geração Automática de Mapas Temáticos em VANTs. Qualificação de doutorado. São Carlos: Instituto de Ciências Matemáticas e Computação da Universidade de São Paulo, 2013.*

GONZALEZ, J.C. *Slides da Apresentação do Centro Tecnológico do Exército no Simpósio sobre Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas. Rio de Janeiro: Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, 2013.*

MOLINA, P.; FORTUNY, P.; COLOMINA I.; REMY, M.; MACEDO, K. A. C.; ZÚNIGO, Y. R.; VAZ, E.; LUEBECK, D.; MOREIRA, J.; BLÁZQUEZ, M. *Navigation and Remote Sensing payloads and methods of the SARVANT Unmanned Aerial System. Internacional Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information, 2013.*

FIGUEIRA, N., TRINDADE, O., MATTEI, A. P. and NERIS, L. *Mission Oriented Sensor Arrays -An Approach towards UAS Usability Improvement in Practical Applications. 5TH European Conference for Aeronautics and Space Sciences (EUCASS). Munich, 2013.*

MATTEI, A. P.; FONSECA, E.; FIGUEIRA, N. M.; TRINDADE, O.; VAZ, F. *UAV In-Flight Awareness: A Tool to Improve Safety. 5TH European Conference for Aeronautics and Space Sciences (EUCASS). Munich, 2013.*

PIRES, R. M. et al. *MOSA - Mission Oriented Sensor Array: A proposal. CLEI '11: Proceedings of the XXXVII Conferência Latinoamericana de Informática, 2011.*

DE BREE, H. E.; WIND, J. *Broad banded acoustic vector sensors for outdoor monitoring propeller driven aircraft. DAGA, 2010.*

FREIRE, I. L. *Robust direction-of-arrival by matched-lags, applied to gunshots. The Journal of Acoustic Society of America, 2014.*