航空电子系统开放系统体系结构研究

作者：Executive Summary

认识到航空电子系统开发需要经济实惠且有效的解决方案，美国国防部 （DoD） 呼吁在 Better Buying Power （BBP） 3.0、国防部指令 5000.02 和国防采购指南中使用开放系统架构 （OSA） 解决方案。本指导和方向的目标是避免供应商锁定，实现可承受的能力发展，并促进创新。目前，有几个计划正在制定 OSA 标准，用于军用航空电子系统。本文将研究其中三项工作：无人系统（UxS）控制、分段（UCS）体系结构、开放任务系统（OMS）计划以及未来机载能力环境（FACE）™) 方法，本文将从国防部规定的开放系统体系结构定义规范开始。接下来将简要描述这三项 OSA 标准活动，这些活动是为了满足国防部的指示而进行的。然后，本文将根据国防部的指南对这些 OSA 进行分析。最后，本文将总结这些 OSA 的现状，并对未来的工作提出建议。

介绍

构建高完整性、safety-critical 系统是美国国防部(DoD)项目的主要活动之一。技术变革的速度迫使国防部寻找工具和技术，以加速军事系统的发展和演变。为了以较低的成本提供增强的综合作战能力，国防部必须更加远离烟囱式解决方案，采用开放系统架构（OSA）框架，该框架基于可重用的硬件和软件组件和服务，包括开放接口规范[1]。

国防部内有许多计划正在进行中，以确定和定义用于军事系统的开放系统架构。航空电子武器系统是一个军事领域的例子，该领域在航空电子系统的开发和发展中积极寻求 OSA 的定义和使用。目前使用 OSA 的一些航空电子武器系统包括：管理不同平台的指挥和控制的通用任务控制中心；Global Hawk 和 MQ-9 无人驾驶收割机；AH-64 EApache 和 HH-60W 战斗救援直升机；U-2R/S 蛟龙夫人侦察机、F-22 和 AV-8B Harrier II。此外，根据美国空军部长（Deborah Lee James）的说法，空军正在寻求将开放任务系统架构纳入新型远程打击轰炸机 B-21 的开发中[5]。本文的重点是目前正在开发并用于军用航空电子系统的 OSA 标准。特别是，将研究三项工作：无人系统（UxS）控制段（C2）UCS 架构、开放任务系统（OMS）和未来机载能力环境（FACE™). 这些方法中的每一种都从不同的角度定义了开放系统体系结构，并提供了一些有趣的方法来增加竞争机会和改进创新机会。本文将集中讨论技术架构的相似性和差异。将对三种 OSA 标准的业务模式进行简短讨论。标准的可用性将根据航空电子系统进行评估。将对这些标准的未来发展提出一些建议

开放式系统架构

下面首先开始介绍比较感兴趣的开放系统架构 （OSA），必须先对基本概念进行介绍。什么是系统架构？什么是开放标准？什么是开放式系统架构？开放系统体系结构有许多定义，这些定义因域而异。国防部开放系统架构合同项目经理指南[6]提供的以下定义已被选为本分析的基础：

资料整理
火龙果软件
荐

定义

架构是系统的基本组织，体现在其组件、它们彼此之间的关系以及与环境的关系以及管理其设计和演变的原则和指南中。

开放式架构是一种架构，其规范由其设计者公开，允许用户对各种组件进行修改。

开放接口是将硬件连接到硬件以及软件连接到软件的公共标准。

关于硬件,这意味着有多个品牌的产品可以连接到,具有开放接口的设备。在软件的情况下，这意味着存在多个程序与具有开放接口或可以轻松编写程序的应用程序的接口相关。

开放标准是一种低成本的、公开可用的标准，由公认的设计和开发标准组织或市场。开放标准支持互操作性、可移植性和可扩展性。

开放系统是采用模块化设计原则，使用广泛支持和基于共识的系统其关键接口的标准，并接受验证和验证测试，以确保其关键接口。

开放系统架构 （OSA） 是一种采用模块化设计的系统，使用广泛支持和其关键接口的基于共识的标准，并已成功通过验证和

验证测试,以确保其关键接口的开放性。开放式架构被定义为技术架构采用开放标准的架构，支持模块化、松散耦合和高度内聚的系统结构，包括发布系统内的关键接口和完整的设计披露。

关键开放式架构的推动因素是采用需要开展业务的开放式商业模式透明地利用整个企业众多参与者的协作创新允许风险共担，最大限度地提高资产重用率，并降低总拥有成本。

组合开放式架构和开放式业务模式允许收购开放系统架构产量模块化、可互操作的系统，允许添加、修改、替换、移除和/或在整个生命周期中得到不同供应商的支持，以推动增强的机会开放系统架构 （OSA） 集成了业务和技术实践，以创建具有可互操作和可重用组件的系统。

开放系统架构 （OSA） 的本质是有组织的分解，使用精心定义的执行边界，分层到软件和硬件共享服务的框架以及促进竞争的充满活力的业务模型上。OSA 由五个基本原则组成：

1. 基于标准的模块化设计，具有松耦合和高内聚力，允许独立采集系统组件;
2. 持续的外观设计披露和数据权利的适当使用，可以更好地了解正在展开的设计，并灵活地进行收购备选方案;
3. 基于协作和信任的企业投资策略，最大限度地重用经过验证的系统设计并降低总拥有成本（TOC）;
4. 通过政府、学术界和行业同行评审提高系统设计的透明度，从而降低风险;
5. 通过开发替代解决方案和来源进行竞争与合作;
6. 组件分析，以确定哪些组件将为 OSA 提供最佳投资回报 （ROI），即哪些组件由于技术升级或零件过时而最常更改，并且在生命周期中具有最高的相关成本。

资料整理
火龙果软件
荐

OSA 的有效性取决于标准协同工作的规则，以及集成应用程序以构建操作系统的规则。合格的第三方是否可以根据系统的开放标准和已发布接口为系统组件添加、修改、替换、删除或提供支持？

质量属性

每个 OSA 都具有一组质量属性，包括可重配置性、可移植性、可维护性、技术插入、供应商独立性、可重用性、可扩展性、互操作性、可升级性和长期可支持性。以下是实现其中一些属性所需的信息类型的一些示例：

可重用性、可维护性、互操作性 – 每个组成部分的标准/接口是否明确标识（例如，包括版本/发布在内的标识）？

可维护性、可重构性 – 标准/接口是否适合 OSA 的域？

互操作性 -- OSA 是否解决了组成标准/组件的潜在交互问题，包括可选功能和实施自由度？（如果 OSA 中一个标准中的一个选项导致另一个标准不起作用，则可能是“一件坏事”。

可移植性 – 是否明确规定了配置 OSA 基础结构和在 OSA 上构建的应用程序/系统的规则？

可维护性 – OSA 是否为基于其构建的测试和调试系统提供支持？

可扩展性、长期可支持性 – OSA 是否为其基础结构的实现以及应用程序可以和必须执行的操作提供一致性规则？

技术插入 – OSA 是否提供如何将其纳入技术规范和采购文件的语言？

可重配置性 – OSA 基础架构是否有多个实现？

可维护性 – 整个 OSA 是否可从供应商处获得，还是必须由系统集成商构建和验证？

供应商独立性 – 如果系统集成商从不同的供应商组装 OSA，供应商是否有办法理解和实施 OSA 的要求和规则（例如，联盟或实施者的论坛）？

长期可支持性 – 供应商社区是否致力于协调组成更新，以确保一个供应商的更新不会破坏整个 OSA 基础架构？

实施 OSA 将加速和简化向系统交付高级功能，而无需更换整个系统。采用模块化原则应该会产生具有高度内聚、松散耦合和可分割模块的系统，这些模块可以公开竞争。

航空电子系统的开放式系统架构

在国防部航空电子社区内，OSA 正在做出一些努力，以解决 BBP 3.0 和其他政府指令中指定的方向。无人系统（UxS）指挥与控制（UCS）架构主要对无人系统的控制领域感兴趣。开放

资料整理
火龙果软件
荐

任务系统（OMS）计划侧重于传统和新的机载平台。未来机载能力环境（FACE）方法正在为机载系统定义一个通用操作环境。

无人系统 （UxS） 控制段 （UCS） 架构无人系统（UxS）控制段（C2）UCS 架构最初设计并由国防部副部长办公室的 UCS 工作组（UCS WG）开发采购，技术和物流（OUSD（AT&L））解决无人驾驶飞机系统（UAS）问题域。

这项工作被转移到汽车工程师协会（SAE）无人系统（AS4UCS）技术委员会，2015 年 4 月。随着无人技术在各个领域的使用不断扩大除航空电子设备外，UCS 架构正在成为国防部用于控制的信息架构。机器人和自主（RAS）在所有领域，空中，陆地和海洋[7]。因此，名称改为无人系统 （UxS） 控制段 （UAS） 架构。

与大部分现有军事系统一样，传统的无人机系统被设计和采购为不可互操作的“烟囱”系统。UCS 的工作始于认识到需要一个共同的消息集来从指挥和控制中心到无人驾驶飞行器进行通信。图 1 演示了通用开放消息集如何帮助统一跨军事应用的无人驾驶车辆控制，以及

服务业。这项关于通用信息集的工作导致了 STANAG 4856 的使用[8]。STANAG 4856 的目标是通过在 UCS 中建立一组标准接口，使用标准消息集与不同的无人机及其有效载荷进行通信，从而开始打破互操作性的障碍。

随着 STANAG 4856 的采用及其在我们的服务和盟友中的成功使用，UCS 工作组的重点转向开发一种架构，该架构将实现程序和服务之间服务的集成和重用。

UCS WG 的愿景是通过为机器对机器通信提供标准消息集，并通过提供定义接口和规则的开放标准来降低无人驾驶航空系统的采购和运营成本，并实现互操作性，这些接口和规则使新服务能够轻松集成和无人程序之间的服务重用。

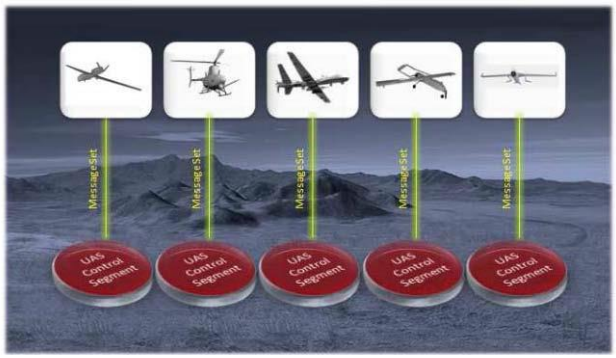


Figure 1 Open System Interconnection (OSI) Model; closed architecture and business models

近年来，无人驾驶飞机（UAV）已成为航空航天市场不断扩张的利基市场。随着超过数十亿美元的投资，可以预见的是，下一代将拥有比今天更多的能力。因此，人们更加强调开发一种架构，该架构将支持开发面向服务的无人航空航天系统指挥和控制架构，并纳入开放式商业模式（OBM）以满足可负担性和生产力等业务目标。

资料整理
火龙果软件
荐

UCS 体系结构正在从互操作性的开放系统互连（OSI）模型演变为基于开放系统环境（OSE）的开放体系结构 （OA） 模型，在该模型中，可以获取应用程序并将其集成到面向服务的体系结构中。UCS 体系结构为控制站软件的规范、集成、实施和部署定义了面向服务的体系结构 （SOA） 和建模框架（图 2）。

该体系结构以 SOA 平台独立模型 （PIM） 和关联的函数模型为中心。平台独立性（软件操作环境的独立性）允许 UCS 架构在不同的基础设施和不同的通信协议上实现。这支持在多个 UCS 系统和相关架构上插入和采用技术。

UCS 体系结构根据主题专业知识划分为域，以提供更轻松的导航和理解。其中包括：主要任务控制、任务规划、动态空域、外部消息传递和通信、传感器产品处理、开发和传播 （PED） 以及系统支持。

UCS 架构还包括基于真实世界实体（如飞行器，有效载荷，通信链路等）以及标准单位的开放数据模型。数据模型提供了一个独立于平台的信息表示，以便在 UCS 域和参与者之间共享。这种表示由逻辑数据模型（所有 UCS 域所需的信息的自描述模型）和一组接口类（表示域在其内部和外部交互中使用的信息集合）组成。

特定 UCS 系统或 UCS 平台特有的系统和技术问题在平台特定模型 （PSM） 中得到解决。PSM 添加了解决系统问题的元素，例如服务质量、安全性和信息保证。它还涉及部署和应用程序接口 （API）。

UCS 架构由 SAE 出版物库表示，其中 AS6512[9]，UCS 架构描述，是文档树中最高的，因此是 UCS 架构的官方名称。AIR6520 [10] 是版本描述文档，其中包括配置项目版本表、配置项目更新摘要和已批准更改列表。架构技术治理，AS6522 [11]，定义了一组策略，流程和标准定义，以建立 UCS 工作产品开发和行业标准使用的一致性和质量。一致性规范 AS6513[12] 确立了 UCS 软件组件、UCS 软件配置和 UCS 系统的一致性要求，以符合 UCS 架构。

UCS 架构库还包括四个模型：权威的 UCS 架构模型是 AS6518 [13];AIR6515 [14] – UCS ICD 模型 – 企业架构师 （EA） 版本;AIR6516 [15] – UCS ICD 模型 – RSA 版本;AIR6517 [16] – UCS ICD 模型 – 狂想曲版。接口控制文档（ICD）AIR6514[17]源自权威模型的 ICD 元素。和 AIR6521

资料整理
火龙果软件
荐

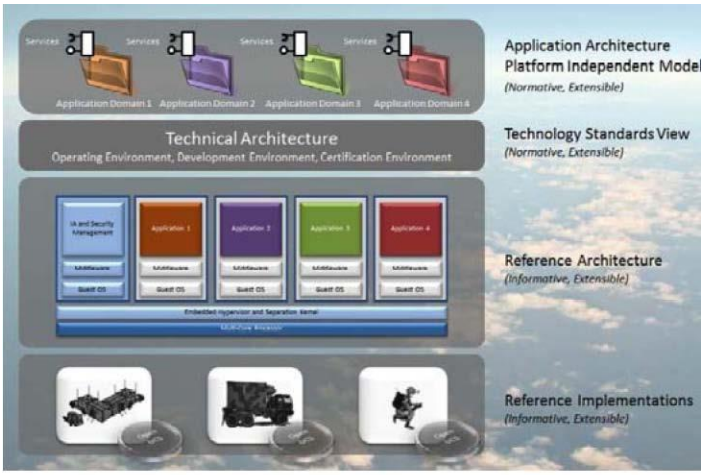


Figure 2 UCS Architecture Component View

[18] 包含派生自 UCS 体系结构模型的数据分发服务 （DDS）。

挑战在于制定增强系统互操作性的标准，但不限制 UxS 开发人员和运营商的有益紧急行为。

开放任务系统 （OMS） 倡议

从 UCS 的工作中吸取教训，空军快速能力办公室（AFRCO）与行业合作特许开放任务系统（OMS）计划，旨在开发一种非专有的开放系统架构，以推动收购和商业模式远离传统的烟囱式解决方案。此外，根据 BBP 3.0 和其他政府指导，OMS 正在努力影响和激励行业采用基于能力的商业模式，这将增强竞争并鼓励快速创新。OMS 的另一个目标是确定新的购置和体系结构方法，以降低开发和生命周期成本，同时提供升级和扩展系统功能的可行途径。

OMS 的目标是为非专有任务系统架构标准达成行业共识，该标准可实现经济实惠的技术更新和插入、简化的任务系统集成、服务重用和互操作性以及整个生命周期的竞争。

OMS 以及其他 OSA 工作的目标是确定新的采购和架构方法，以降低开发和生命周期成本，同时提供升级和扩展系统功能的可行途径。美国空军开发的开放任务系统（OMS）标准[20]在其定义中利用了商业开发的面向服务架构（SOA）概念和中间件。OMS 行业合作伙伴开发了一种任务系统架构，该架构由子系统（即有效载荷和传感器）与通过航空电子服务总线（ASB）连接的服务之间的关键系统接口定义。这些共识定义的接口使用开放和标准的接口定义，并将技术实现与接口分离，以实现未来的升级并提供灵活性，使平台、子系统和服务提供商能够为未来的问题提供有竞争力的解决方案。OMS 标准定义要求，提供体系结构定义和指导，并指定合规性评估方法。空军正在寻求扩展 OMS 标准的功能，以促进航空电子系统的快速发展。

资料整理
火龙果软件
荐

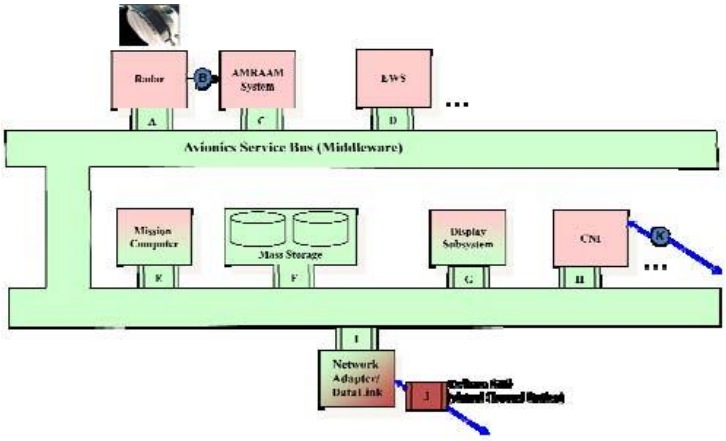


Figure 3 OMS Reference Architecture

OMS 参考体系结构使用面向服务的基本设计模式和原则以及关键接口和模块（图 3）。航空电子系统的功能特征是一组服务和一组客户端。在某些情况下，程序或系统可能既是客户端又是服务。OMS 标准定义了客户端和服务的基本行为以及用于进出系统的航空电子服务总线（ASB） 协议，支持测试、容错、隔离和身份验证。

OMS 工作指定了支持 OMS 兼容系统的迁移和开发所需的测试平台环境。OMS 标准还定义了证明服务或客户端符合标准所需的合规性方法和项目。

插入航空电子服务总线的组件必须对系统的其余部分进行自我描述，以便其他组件可以“查找”如何在插入每个组件时与每个组件交换（元数据）。航空电子服务总线不仅仅是总线，它是支持面向服务的体系结构的中间件。中间件提供通信功能（消息传递），提供注册表和/或代理以允许服务注册其接口并允许客户端访问接口（这也告诉客户端如何调用服务）。通用服务和客户端应用程序可以嵌入到中间件中，从而标准化通用功能。SOA 中间件应该提供独立于位置的服务和客户端，并且还需要提供低延迟、高吞吐量的实时通信。还需要一个到企业 SOA（例如地面站和其他启用 GIG 的用户）的服务桥接器。

OMS 的关键体系结构元素包括：

航空电子服务总线 （ASB） – 从逻辑上讲，OMS 消息交换、数据传输以及基于网络的特殊信号和基于 IP 的网络的组合。

关键抽象层 （CAL） – 从特定于平台的实现中抽象出基于 OMS 的服务，支持互操作性和可移植性。

开放计算环境 （OCE） – 运行与 OMS 兼容的任务服务以实现跨平台可移植性并实现快速硬件升级的计算环境。

平台 – 主机提供核心 OMS 功能，包括 ASB 和 CAL 实施，以及用于合规服务的 OCE。

服务 – 向 ASB 公开的基于软件的功能，提供一组特定的任务功能。

子系统 – 构成完整系统功能的物理硬件、软件服务、数据传输和特殊信号。

资料整理
火龙果软件
荐

OMS 标准为服务协定、平台描述和子系统描述的 OMS 合规性提供了指导和要求。该标准还定义了 OMS 治理，以便长期维护 OMS 标准。

有一个定义关键元素和接口的 OMS 参考体系结构。OMS 消息模型和架构已从 UCS 架构派生和扩展。

空军正在寻求 OMS 标准的定义，以具有成本效益和快速的方式提高系统（系统）能力。开放式航空电子系统对于在将持续数十年的平台中实现具有竞争力、成本效益和及时引入新的作战能力至关重要。面向服务的概念与嵌入式开放系统技术巧妙结合，将提供下一代开放航空电子技术和架构。基于可执行规范的开放式架构测试台将加速集成，并提供竞争新航空电子技术的机制。

OMS 是空军的一项重点工作，旨在使用分层开放系统架构以经济高效和快速的方式改进系统（系统）功能。

未来机载能力环境（FACE）方法

未来机载能力环境（FACE）方法是为软件通用操作环境（COE）制定技术标准，旨在促进可移植性并在整个军事航空界创建软件产品线。FACE 技术标准的制定是由移动设备通过使用 COE 取得的进步所推动的。在商业市场中，移动设备的架构堆栈由一组应用程序组成，这些应用程序通过定义良好的接口访问操作系统。操作系统通过定义良好的接口访问硬件。这些系统的变化来自操作系统和硬件，但这些组件之间的接口没有显著变化（图 4）。

目前，军队在计划和系统的大多数方面具有更大的可变性。FACE 联盟的目标是提供标准、框架和接口定义，使军方能够迁移到类似的 COE 结构，同时保持各个级别的可变性，以支持军事航空电子任务（图 5）。该航空电子设备 COE 将降低生命周期成本以及所需的时间

集成、测试和现场新功能。FACE 业务战略侧重于符合 FACE 技术标准，以最大限度地提高航空电子系统内应用程序之间的互操作性。

FACE 联盟的重点是在国防部航空领域提供通用开放标准的统一应用，以打破“卓越气缸”。

资料整理
火龙果软件
荐

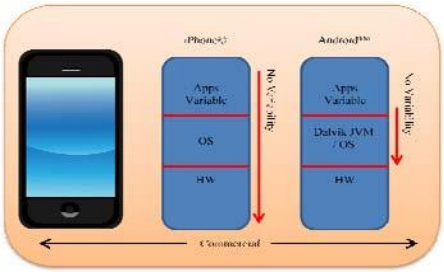
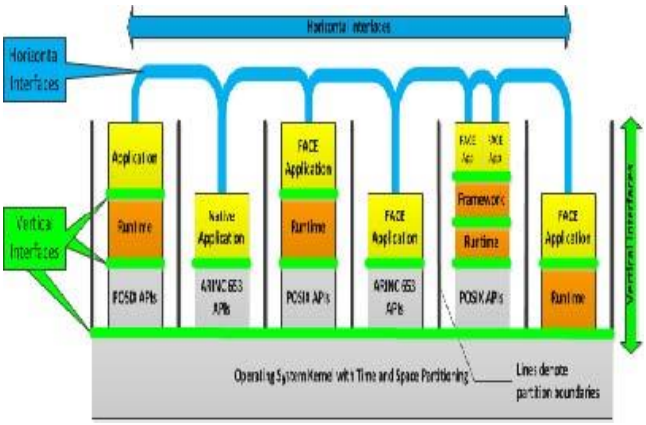


Figure 4 Mobile Computing COE

Figure 5 Military Avionics COE



FACE 策略是在已安装的计算硬件上创建一个软件环境，使 FACE 应用程序能够部署在不同的平台上，对 FACE 应用程序的影响最小或没有影响。FACE 架构由一组段组成，其中存在许多差异。FACE 技术标准将接口分为两大类：垂直接口 – 支持软件层的接口;和水平接口 – 将应用程序连接到其他应用程序的接口，

数据源或数据接收器（图 6）。该架构支持便携式应用程序的开发，以改善整个供应链的竞争。

FACE 参考体系结构由一组段组成，其中每个段代表可能发生差异的位置。参考体系结构中有五个部分：操作系统段 （OSS）、I/O 服务段 （IOSS）、特定于平台的服务部门 （PSSS），运输服务细分市场（TSS）和便携式组件细分市场（PCS）（图 7）。体系结构的分段通过本地化更改发生的级别来减轻更改的影响。此外，此 OSA 还降低了与添加新功能相关的集成成本。在国防部航空领域统一应用通用开放标准将有助于消除对专有解决方案的依赖。

FACE 数据架构定义了模型、规范和治理策略，以支持互操作性。

为了满足航空电子设备的安全和安全领域施加的不同要求，FACE 操作系统部分定义了安全配置文件（限制性最强），安全配置文件和通用配置文件（限制性最小）。配置文件指定哪些资源可用

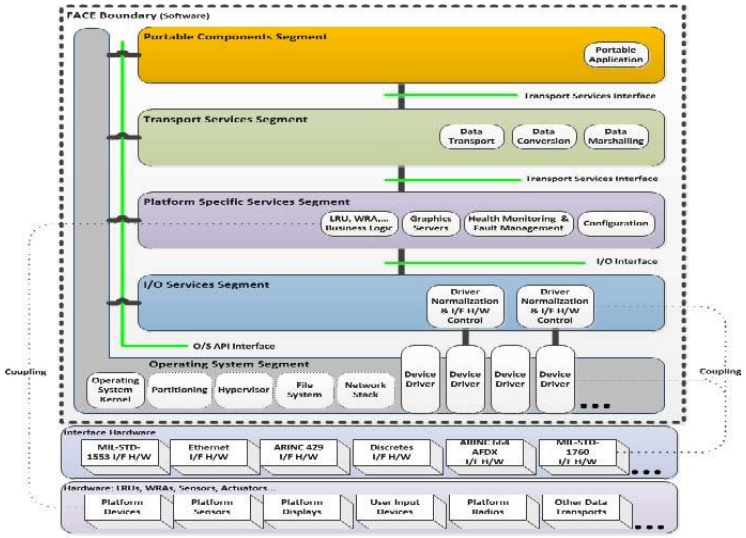
根据操作要求。

FACE 环境由一组标准定义，用于解决业务问题和一致性问题以及技术问题。FACE 技术标准[20]是这种环境的关键文件。FACE 业务指南[21]描述了政府和行业的 FACE 业务方面;它还

资料整理
火龙果软件
荐

突出了 FACE 的价值主张和业务驱动因素。FACE 一致性政策、指南和权限 [22] 定义了管理实现 FACE 一致性过程的流程和政策。FACE 合同指南[23]可作为在招标或建议书中纳入 FACE 特定要求的参考。FACE 参考实施指南 （RIG） [24] 提供了将软件标准配置文件与适当架构相结合的指导。FACE 图书馆政策和基础设施 [25] 文档描述了图书馆基础设施的实施、管理和监管方式。

使用 FACE 业务和技术标准是政府和行业为作战人员提供最先进能力的智能方式。使用 FACE 方法将优化有限的资源，创造新的商业机会，并支持美国及其联盟伙伴扩大和保持战略军事优势。



OSA 架构分析

上一节中描述的所有开放架构都是行业、政府和用户社区之间的协作努力。然而，每种方法略有不同。一个问题是这些 OSA 中的每一个如何满足上一节中概述的 OSA [26]的有益特征：

1. 它是模块化的，被分解为内聚的架构组件，与其他组件（和外部系统）松散耦合，并将其实现封装在可见接口后面。
2. 其架构组件之间的关键接口符合开放接口标准。
3. 其关键接口已经过验证，符合相关的开放接口标准。

UxS UCS 架构代表了从现有烟囱系统向针对无人系统控制部分的 OSA 的演变。这是一项正在进行的工作，正在演变为面向标准系统的架构，用于在空中、陆地和海上环境中运行的无人驾驶车辆的 UxS 控制段系统。它包括适用于支持 C2 任务的接口、消息、服务和客户端的定义。UCS 架构中的域解决了该方法的模块化问题。在 UCS 建筑材料中，关键接口有点难以识别：在控制设备与无人驾驶车辆之间似乎有一个接口，在 UCS 和外部系统之间至少有一个接口。为了满足 UCS 架构的开放性，UCS 图书馆中的所有文档都可以从 SAE 国际获得，但需付费。

OMS 架构侧重于使用总线抽象，通过使用抽象数据总线和(如有必要)标准化的离散信号集，支持将模块集成到军事系统中。它还认识到需要集成遗留组件，并建议使用包装器技术来实

资料整理 火龙果软件 荐

现此迁移。该标准包括一些合规性定义，并利用现有标准，如 UCS。它的开放性不足，因为当涉及到整个社区的可访问性时，它是一个有点封闭的环境。

FACE 方法表达了系统的模块化，具有分段以捕获操作共性和功能。它清楚地标识了体系结构中的接口，包括应用程序堆栈段之间和应用程序之间的接口。FACE 方法的开放性得到了通过开放小组提供的所有已出版材料的支持。

所描述的每项 OSA 工作都满足了特定社区的需求，并且所有工作都在努力通过各自标准中捕获的开放系统架构、一致性和治理来满足各自社区的需求。

开放系统架构的可用性

关键概念是“符合标准”，POSIX 标准[27]中使用的语言很好地捕捉了这些概念。供应商在实现标准的所有必需部分时提供一致的实现。应用程序开发人员通过仅使用标准的功能并适应标准允许的任何自定义来生成“符合要求的应用程序”。无人机社区在迁移到 STANAG 4856 方面取得了很大程度的成功。迁移到 OSA 的下一阶段正在进行中。FACE 正在建立正式的一致性组织，以支持其一致性活动。

确定“符合标准的实施”，即购买符合标准要求的系统，通常需要测试和供应商文档的组合。确定“符合标准的应用程序”是一项更艰巨的任务，因为测试不一定揭示应用程序是否仅使用标准的功能。实现很可能提供对标准的扩展，包括标准接口中执行标准不保证的操作的行为。作为 FACE 业务战略的一部分，一致性小组委员会制定了 FACE 一致性流程。FACE 技术委员会已经定义了一致性验证矩阵（CVM），其中确定了具体要求，验证方法和相关验证证据。OMS 定义了一个合规性验证交叉引用矩阵 （VCRM），其中包含所有 OMS 要求以及关联的验证要求和验收标准。

当规范足以满足用户需求时，标准支持其用户社区，完成所有参数值、行为等，并具有明确定义的一致性方法。对于 FACE，FACE 商标许可方为认证一致性单位和认证一致性包颁发 FACE 一致性认证商标，从而允许第三方轻松确定组件是否符合 FACE 标准。

当多个供应商提供类似的功能并且这些模块可以轻松集成到其目标系统中时，所有这些 OSA 工作的真正考验将发生。

总结、结论和今后的工作

OSA 系统具有很大的吸引力，因为它们具有降低程序成本、增加对 COTS 的访问和简化集成的潜力。OSA 程序还支持互连。

从 OSA 的角度来看，UCS 是成功的，因为有大量的程序正在采用消息集和概念。这项工作旨在提供一个完整的 OSA，其中包含互操作性，标准合规性验证和对 UxS 社区开放的规则。将 UCS 架构的重点扩展到包括陆地和海上以及空中的无人驾驶车辆，这为 UCS 架构创造了很大的动力。

资料整理
火龙果软件
荐

OMS 主要用于空军系统。Blue Guardian 计划使用空军的 OMS 参考架构开发了一个平台架构，并进行了多种有效载荷组合的地面和飞行测试计划[28]。

目前，FACE 在机载系统社区中有很大的动力，特别是在海军和陆军中。美国空军于 2016 年加入该财团。随着 FACE 方法的成熟，越来越多的工业和学术组织正在加入该联盟。在 2016 年 1 月的 FACE 技术交流会议 （TIM） 和 2017 年 3 月的 TIM 上展示了一些关于 FACE 方法应用的演示。

继续有更多机会扩大 OSA 标准（如 FACE 和 OMS）对系统和子系统以及网络平台接口的使用。有必要进一步开发这些标准的安全关键和高完整性方面。此外，这三个 OSA 社区正在努力更好地调整架构以支持它们之间的互操作性。

随着连接性的增强，潜在的脆弱性也随之而来，因为它可能为网络入侵者提供更多的访问权限。这种可访问性引发了人们的担忧，即 OSA 系统更容易受到攻击[29]。需要更多的研究来证明开放系统如何通过使用严格的接口定义和控制来促进更安全的系统。

为组件集成和分析提供更好的工具支持以及将 OSA 标准的使用过渡到工业中的机会很大。

使用开放系统架构节省成本和高效采购有很大的机会。OSA 的关键是严格定义接口并测量是否符合 OSA 标准。

引用

[1]Sledge，Carol，“关于开放系统架构的讨论”，SEI 博客，2015 年 11 月 23 日，https://insights.sei.cmu.edu/sei_blog/2015/11/a-discussion-on-open-systems-architecture.html。

[2]国防部副部长，《提高购买力 3.0 的实施指令——通过技术卓越和创新实现主导能力》，2015 年 4 月 9 日，http://www.acq.osd.mil/fo/docs/betterBuyingPower3.0(9Apr15).pdf。

[3]国防部，指令编号 5000.02，2017 年 2 月 7 日，http://www.dtic.mil/whs/directives/corres/pdf/500002_dodi_2015.pdf。

[4]国防采购指南，2017，https://www.dau.mil/tools/dag.

[5] 詹姆斯，黛博拉·李，“认识空军的新采集系统”，国防一号，2016 年 1 月 13 日。

[6]国防部开放系统架构项目经理合同指南，v.1.1，2013 年 6 月，http://

http://www.acqnotes.com/Attachments/Open%20System%20Architecture%20（OSA）%20 合同%20G uidebook%20for%20Program%20Managers%20June%2013.pdf.

[7]Ernst，Rich，“无人系统（UxS）控制段（UCS）架构概述”，2016 年 3 月，//http://www.dtic.mil/ndia/2016/GRCCE/Ernst.pdf。

资料整理 火龙果软件 荐

[8]STANAG 4856，用于北约无人机互操作性的无人机控制系统（UCS）的标准接口，北约标准化局，2012 年。

[9]SAE 国际航空航天标准 AS6512，无人系统 （UxS） 控制段 （UCS） 架构：架构描述，2016 年 12™ 月。

[10]SAE 国际航空航天标准 AIR6520™，无人系统 （UxS） 控制段 （UCS） 架构：版本描述文档，2016 年 12 月。

[11]SAE 国际航空航天标准 AS6522™，无人系统（UxS）控制段（UCS）架构：架构技术治理，2016 年 12 月。

[12]SAE 国际航空航天标准 AS6513™，无人系统 （UxS） 控制段 （UCS） 架构：一致性规范，2016 年 12 月。

[13]SAE 国际航空航天标准 AS6518™，无人系统（UxS）控制段（UCS）架构：UCS 架构模型，2016 年 12 月。

[14]SAE 国际航空航天标准 AIR6515™，无人系统（UxS）控制段（UCS）架构：ICD 模式 1 的 EA 版本，2016 年 12 月。

[15]SAE 国际航空航天标准 AIR6516™，无人系统（UxS）控制段（UCS）架构：ICD 模型的 RSA 版本，2016 年 12 月。

[16]SAE 国际航空航天标准 AIR6517™，无人系统（UxS）控制段（UCS）架构：ICD 模型狂想曲版本，2016 年 12 月。

[17]SAE 国际航空航天标准 AIR6514™，无人系统 （UxS） 控制段 （UCS） 架构：接口控制文档，2016 年 12 月。

[18]SAE 国际航空航天标准 AIR6521™，无人系统 （UxS） 控制段 （UCS） 架构：数据分发服务，2016 年 12 月。

[19]开放任务系统（OMS）标准，版本 1.1，2015 年 12 月。

[20]未来机载能力环境技术标准（FACE），™ 2014 年第 2.1 版，
https://www2.opengroup.org/ogsys/catalog/G162.

[21]FACE™业务指南，1.1 版，2011 年 12 月，
https://www2.opengroup.org/ogsys/catalog/g115。

[22]FACE™ 联盟一致性出版物和工具，http://www.opengroup.org/face/conformance.

[23]FACE™合同指南，1.0 版，2014 年 12 月，
https://www2.opengroup.org/ogsys/catalog/G145。

资料整理
火龙果软件
荐

[24]FACE™技术标准参考实施指南，第 2.1 版，2016 年 4 月，
https://www2.opengroup.org/ogsys/catalog/g162。

[25]FACE 库基础设施文档，
http://www.opengroup.org/face/library-infrastructure-docs。

[26]Firesmith，Donald，“开放系统架构：何时何地关闭”，SEI 博客，2015 年 10 月 19 日，https://insights.sei.cmu.edu/sei_blog/open-systems-architectures/。

[27]POSIX IEEE 标准

[28]Barrett，Donald A，Luke A Borntrager，David M Green，“Blue Guardian：关于快速 ISR 演示的开放架构”，SPIE 9849 会议记录，开放架构/开放商业模式以网络为中心的系统和国防转型 2016，2016 年 5 月。

[29]Meyer，Bryce L.，“Open Systems Architecture and Cyber”，St. Louis UNIX Users Group，2017 年 2 月。

资料整理
火龙果软件
荐