

通过A²B更新软件— A²B如何给汽车应用中的 SOTA带来变革

Joe Triggs, 设计总监
Jagannath Rotti, 工程经理
Karthik Radhakrishna, 软件应用工程师
Danny Ko, 系统架构师

摘要

无线软件升级(SOTA)正迅速成为汽车OEM须开发和部署的重要能力。更新模块、支持客户、和通过附加特性带来利润的能力,使得掌握SOTA成为一个有吸引力的主张。本文讨论SOTA为何出现在汽车环境中,如何部署SOTA,以及如何使用A²B®技术在音频和信息娱乐网络中实现SOTA。

简介

如果消费者要对其物品的软件复杂度进行排名,那么排在首位的是什么呢?笔记本电脑?智能手机?游戏机?事实可能让人大吃一惊——停在车道上的车辆的软件复杂度很可能要比上述任何设备高出一个数量级。目前汽车平均拥有多达150个电子控制单元(ECU),运行着多达1亿行代码。相比之下,F-35战斗机的代码不到2500万行,Android操作系统不到1500万行代码,谷歌浏览器不到1000万行代码。¹

随着汽车应用中软件的大量出现,需要一种管理和控制整个车辆中存在的无数软件版本的方法。SOTA更新能为汽车制造商或OEM带来很多好处,从修复轻微的车辆问题到应对自然灾害等不一而足。2017年9月,特斯拉展示了SOTA更新最受广泛认可的应用之一,以应对飓风艾尔玛。当时,风暴席卷美国佛罗里达州,特斯拉通过发布SOTA更新来响应客户请求,解锁车辆的额外续航里程以帮助车主行驶到安全地方,摆脱即将到来的飓风。²其他OEM厂商如在运用车辆的SOTA能力方面存在差距,就会导致声誉受损和消费者信心丢失。

车辆电气化和汽车自动驾驶等新兴大趋势,造成车辆中的ECU数量和代码行数进一步增加,确保车辆每个领域都有稳健有效的SOTA能力的重要性随之不断提高。

自从1977年Oldsmobile Toronado首次使用微控制器控制点火时序以来,ECU便一直是汽车版图的一部分。³软件更新的早期实现方式要求从车辆中拆下ECU以重新编程,这是一个耗时费力的过程。从发动机舱卸下发动机ECU可能很简单。但是,拆卸无线电音响主机可能需要拆除仪表板、中控台和其他装饰,工作量相当大。从车辆中拆下之后,早期ECU需要使用复杂的工具重新编程,例如针床编程器,这些工具既昂贵又复杂,而且偶尔还会不稳定。所有这些因素结合起来,使得早期ECU的软件更新不是一个有吸引力的选择,不如直接更换模块。

无线更新软件

SOTA是汽车行业软件更新发展的一个转折点,它将早期ECU变成今天的高度网络化且灵活的汽车基础设施。车内原位更新ECU的能力不仅具有吸引力,而且成为汽车OEM的越来越重要的能力。我们已经了解了OEM可以使用SOTA敏捷地响应客户需求,提供潜在的救生功能。SOTA最明显的使用场景之一是允许OEM在需要时解决车辆中的关键软件问题。这是一种非常强大的能力,因为它能免去软件相关的车辆召回,从而提高消费者的使用体验,并降低OEM的召回成本。不需要车辆到店,以受控方式使用软件更新的能力,可为OEM创造巨大价值。

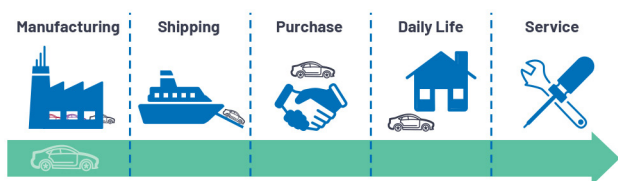


图1. 车辆生命周期

SOTA具有简化车辆生命周期的许多其他要素的潜力，而不仅仅是精简软件召回管理流程。生产过程中可以使用SOTA来确保车辆固件正确，然后才完成车辆并交付运输。车辆的运输时间从几天（例如OEM国内市场）到几周（例如国外市场）不等，在车辆到达目的地市场时，需要进行软件更新的可能性是相当大的。在交付前检查(PDI)时、在接收港口或经销商处高效更新车辆ECU的能力，可确保车辆交付到新车主手中时按预期运行。这对处于生命周期早期的车型特别有价值，因为车型早期可能会经历频繁的软件更新。

SOTA还可能进一步的机会，契机是OEM寻求为消费者提供临时或永久解锁车辆附加特性的能力。以信息娱乐系统为例，OEM未来可以为客户提供升级车辆中正在运行的软件的能力，具体取决于客户的需求。对于日常驾驶，要在通勤期间收听广播或拨打免提电话，标准音频配置可能就足够了。对于长途旅行或度假，OEM可以提供升级到高清音频或音频处理算法的选项，以优化车辆内的声音分布。SOTA可以用来方便地支持这种升级，交易发生后几分钟内就能实施，这有可能为OEM带来可观的额外收入流。

SOTA考虑因素

OEM考虑在车辆中实现SOTA之前，必须考察几个系统特征，例如：需要多少带宽，如何协调节点之间的传输，以及安全性是否有必要。

为了确定SOTA解决方案提供的带宽，必须知道典型的软件更新文件大小以及可用来在网络上传输软件更新的时间。虽然很多软件下载是以增量格式提供的，其中只包含需要更改的软件组件，但文件大小仍可能在数十MB的范围内。如果可用带宽在KB范围内，则下载软件更新可能需要数十分钟，而不是服务环境下更为实际的几分钟或几秒钟。

传输协调考虑包括确保通过网络可靠传输信息涉及的协议方面：握手、错误检测和纠错。握手是SOTA节点协商和确认通过链路传输数据的过程——例如，确保每个传输块成功完成后才传输下一块。错误检测是SOTA节点监视链路上传输的数据以识别传输中是否发生错误的过程。例如，在来源节点和目标节点

中计算的循环冗余校验(CRC)值常用于实现此类要求。纠错是SOTA节点响应错误状况并在可能的情况下从中恢复的过程。有多种技术可实现纠错——从重新请求来源节点重新传输接收出错的数据块，到使用前向纠错(FEC)等方案来修复损坏的数据。

根据SOTA解决方案提供的带宽和传输协调要求，可能需要在不同的网络上实现数据传输和传输协调。这通常不是问题，因为汽车ECU通常具有多个不同负载的通信接口（A²B、CAN、LIN、CXPI、以太网、FlexRay等）。然而，如果可能的话，在同一链路上同时容纳数据传输和传输协调显然更可取。

汽车网络安全漏洞的后果已经在多个场合被曝光，白帽黑客控制车辆网络后，通过执行雨刷、音响甚至制动等功能展示了相关风险。这些漏洞可能会对车辆乘员和其他道路使用者的安全造成灾难性的影响。OEM必须采取措施确保对所有车载网络进行适当的身份验证，以防止未经授权的节点或用户获得访问权限。

已经提到的许多成熟汽车网络都适用于SOTA架构，例如CAN或以太网。近年来，ADI公司的A²B已成为解决日益复杂的音频需求的当然选择。A²B相比其他连接解决方案拥有显著的音频带宽优势，而且还提供数据传输能力，使得OEM有机会将SOTA能力整合到其音频网络中，而无需额外的硬件。

A²B概述

A²B是一种高带宽双向数字总线，最初用于解决汽车应用中出现的音频分配挑战。现有的汽车音频架构通常涉及音响主机、放大器、扬声器和麦克风之间的多个点对点模拟连接。A²B解决了许多与点对点模拟连接相关的挑战，包括电缆重量、电缆成本、布线难题，以及多个连接的可靠性问题。A²B有助于通过非屏蔽双绞线(UTP)电缆和连接器，在分布式多节点音频系统中传输完全同步的音频数据(IPS/TDM/PDM)和控制数据(IPC/SPI)。



A²B技术可提供50Mbps的总线带宽，上下行支持最多32个音频通道。A²B具有小于50 μs的确定性延迟，这使其成为延迟敏感型应用的非常有吸引力的解决方案，例如主动降噪(ANC)、路噪降噪(RNC)、回声消除和降噪(AEC-NR)、波束成型(BF)等。

A²B支持多种不同拓扑结构，例如点对点、菊花链和分支，因而它适合广泛的汽车应用——从具有音响主机和麦克风模块的入门级信息娱乐系统，到更复杂的音频系统，例如兼具ECU、多个麦克风、扬声器和加速度计的RNC。

A²B网络由一个主节点和最多16个子节点组成，节点之间的最大电缆长度为15 m，主节点和最终子节点之间的最大电缆长度为80 m（包括分支）。主节点包含一个连接到主机处理器的A²B收发器，它能将音频、控制数据和I²C/SPI数据发送到A²B音频总线上。子节点的复杂程度不一，复杂的如具有强大处理能力的音频功放，简单的如麦克风节点。子节点中的A²B收发器与各种外设接口，例如麦克风、数字信号处理器(DSP)、扬声器、传感器（如加速度计）或D类放大器。

主节点和子节点收发器器件支持多种增值功能，例如时分复用(TDM)和脉冲密度调制(PDM)麦克风输入。A²B收发器的低成本衍生产品具有优化的特性组合，例如末端子节点收发器（不支持TDM）和优化的主节点收发器（电缆长度更短、子节点更少）。

除了支持本地供电的A²B节点外，A²B还提供总线供电，以便为具有挑战性的音频系统架构（例如有源远程调谐器）和创新的音频特性（例如支持D类的头枕扬声器）提供便利。最新一代A²B收发器(AD243x)能够支持标准总线功率模式（最高2.7 W）或高功率模式（最高50 W）。

A²B从一开始就设计为汽车链路，具有业界领先的EMI/EMC性能，并将几个特别设计考虑（例如可配置的输出等级）整合到收发器中，以缓解汽车一级供应商和原始设备制造商通常遇到的EMC挑战。A²B针对汽车EMC标准进行了全面测试，例如CISPR 25 Class 5（辐射）、ISO 11452-2/ISO 11452-4/ISO 11452-9、ISO 7637-3（抗扰度）和ISO 10605 (ESD)。

A²B数据传输

除了支持音频传输之外，A²B还为通过总线传输其他形式数据的机制提供了便利。超帧是让A²B能够通过总线同时传输音频和数据的基本结构之一，该结构由多个下行和上行同步数据时隙、同步控制和同步响应帧组成。同步数据时隙不仅承载音频应用中的I²S和TDM数据，也可用来承载其他类型的数据以满足SOTA应用的要求。

主节点发起一个超帧的传输，在同步控制帧之后加入同步（音频）和异步(I²C/SPI)数据。每个子节点可以使用或消费一些下行数据，并为其他下行节点添加数据。总线上的最后一个子节点发起超帧的上行部分，每个节点在同步响应帧之后添加额外的同步数据。每个节点都可以使用或消费上行数据。

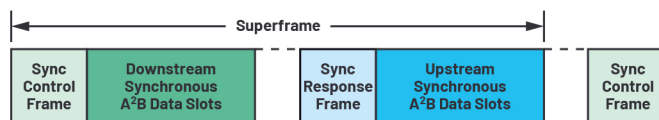


图2 超帧结构

好几代A²B收发器都支持的另一种数据传输机制是邮箱。主节点和子节点可以使用邮箱通过网络发送I²C消息——从主节点到子节点或从子节点到主节点。邮箱通常用于在主节点的主机（例如音响主机）和子节点的处理器（例如音频功放）之间建立握手。

主机处理器可以发起与子节点中的处理器的通信，将所需数据通过A²B总线加载到子节点A²B收发器的邮箱寄存器中。子节点中的A²B收发器通过中断引脚提醒子节点中的处理器存在I²C消息。子节点中的处理器可以通过I²C直接从A²B收发器读取消息。子节点中的处理器可以发起与主节点中的主机的通信，将需要传输的数据加载到子节点收发器中的邮箱I²C寄存器中。主节点中的A²B收发器通过中断引脚提醒主机，子节点收发器中存在I²C消息。然后，主机可以选择通过A²B总线读取子节点收发器邮箱寄存器中的数据。

最新一代A²B收发器系列(AD243x)引入了第三种传输机制，可以在A²B超帧的同步时隙内远距离传输SPI数据。A²B收发器SPI接口可用于多种不同的应用——以高达10 MHz的SPI时钟速率来接口A²B收发器，实现对子节点收发器中的寄存器和状态信息的直接访问，与子节点中支持SPI的外设通信，甚至可以在没有主节点参与的情况下支持子节点之间的SPI到SPI通信。无SPI接口的前几代A²B收发器能够将具有SPI数据的超帧透传到网络中的其他上下游节点。

A²B参考软件

A²B对整个网络的软件开销要求极低，主机控制器可以远程执行整个网络的完整初始化。为了支持网络配置以及在配置后与网络交互（例如事件/中断驱动、寄存器轮询），ADI公司提供了全面的ISO/IEC 15504 (ASPICE) 认证软件包。该软件有多种版本，包括与Embedded C、Linux®、Android和QNX兼容的版本，以帮助缩短客户的上市时间，并确保与最优化的收发器配置一致。

除了为支持A²B基本操作而提供的软件外，还有可选软件包用来帮助客户操作各种特性，例如通过A²B进行数据传输。软件包可用来发挥上面已经讨论过的A²B特性，如图3所示。A²B Communication Channel软件插件利用A²B邮箱在网络节点之间传输信息。A²B Data Pipe软件插件利用A²B同步时隙在网络节点之间传输信息。A²B Data Tunnel软件插件利用A²B SPI远距离数据在网络节点之间传输信息。

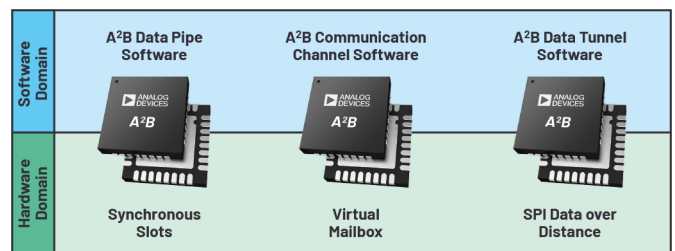


图3 A²B用于数据传输的硬件和软件能力的相关性

A²B邮箱特性与Communication Channel软件插件相结合，可提供高达15 kbps的数据吞吐速率。虽然对于诊断等应用很有用，但邮箱特性提供的吞吐速率不足以支持SOTA等带宽密集型应用。

A²B同步时隙与Data Pipe软件插件相结合，可以实现超过1 Mbps的数据吞吐速率。这就为SOTA应用提供了更具吸引力的通信速度——例如，在20秒内传输20 Mb的文件。SPI远距离数据与A²B Data Tunnel软件插件相结合，可以实现超过16 Mbps的数据吞吐速率。这是A²B总线上的最快数据通信速度——例如，在不到7秒的时间内传输100 Mb的文件。

A²B工具

ADI公司开发的行业公认算法与链路设计工具SigmaStudio®也支持A²B。SigmaStudio支持A²B设计导入流程的各个方面——通过拖放A²B节点和周边器件进行网络设计、节点配置、误码率分析、带宽计算和功率计算。SigmaStudio结合提供的数据生成.c和.h文件，以便集成到客户应用软件中。

对于任何汽车技术，测试设备都是一个重要的生态系统元素，A²B也不例外。ADI公司将同其他值得信赖的测试设备供应商一道提供A²B分析仪和A²B总线Monitor，以支持新AD243x产品系列的所有特性。

A²B分析仪可以模拟A²B网络中的主节点或子节点。这在设计和创建A²B网络的原型时会很有帮助。A²B monitor可作为A²B网络上的被动监视节点，用于观测通过该节点的A²B音频和数据，同时支持输入和输出音频。这些工具可以帮助客户缩短上市时间和降低设计复杂度，另外还会加快对A²B设计导入的所有阶段观察到的任何问题的调试和调查。

A²B有多家第三方设计服务合作伙伴，他们已多次将A²B设计成功推向市场。这些合作伙伴提供一系列服务，从现成的硬件模块到定制硬件设计和软件设计支持。

对于汽车应用，建议使用AD243x系列的四种产品，其概述参见表1。

表1. AD243x系列A²B器件

A ² B器件	AD2435W	AD2433W	AD2432W	AD2431W
收发器说明	主/子节点	精简的主/子节点	子节点	精简的末端点
能够用作主节点	是	是	否	否
TRX功能模块	A + B	A + B	A + B	仅A
IPS/TDM支持	是	是	否	否
PDM麦克风输入	4个麦克风	4个麦克风	4个麦克风	4个麦克风
支持的子节点数量	最多16个	最多16个	—	—
A ² B总线功率	高(≤ 50 W)	标准(≤ 2.7 W)	高(≤ 50 W)	高(≤ 50 W)
标称总线电压	7V至24V	4 V至9 V	7V至24V	7V至24V
远距离SPI	是	是	否	否

A²B音频总线由ADI提供的一系列产品评估板提供支持，它们涵盖各类A²B收发器。作为补充，多个第三方设计服务团队也提供了其他几种A²B板。

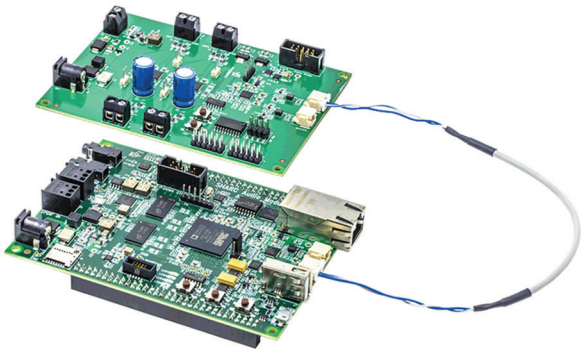


图4. A²B评估系统样片

表2. A²B评估板

A ² B评估板	描述
EVAL-AD2435WA3LZ	AD243x高功率主节点评估板，带H-DAC连接器
EVAL-AD2435WJ3LZ	AD243x全功能高功率总线供电子节点评估板，带H-DAC连接器
EVAL-AD2435WK3LZ	AD243x小尺寸高功率总线供电子节点评估板，带H-DAC连接器
EVAL-AD2433WA1BZ	AD243x标准功率主节点评估板，带DuraClik连接器
EVAL-AD2433WB1BZ	AD243x标准功率总线供电评估板，带DuraClik连接器

总结

A²B被广泛认为是汽车市场音频网络的当然选择。无论系统涉及音频路由，还是涉及路噪降噪或环境降噪等声学特性，都能受益于A²B众所周知的诸多好处，例如低延迟和出色的EMC性能。A²B产品组合还能在同一网络上传输非音频数据，这为系统设计人员提供了多种新选择，包括能够轻松高效地在音频网络上支持SOTA。

要了解有关A²B技术的更多信息，查阅A²B相关资料，以及探究更多有关A²B的应用，请访问analog.com/a2b。要了解有关ADI公司提供的A²B软件的更多信息，请访问analog.com/en/design-center/evaluation-hardware-and-software/software/a2b-software.html。

参考资料

- ¹ 代码库：数百万代码行。信息美观。
- ² Simon Osborne. “飓风艾玛来的时候，特斯拉如何使一些汽车跑得更远？” *The Guardian*, 2017年9月。
- ³ Robert Charette. “汽车依靠代码运行。” *IEEE Spectrum*, 2009年2月。

作者简介

Karthik Radhakrishna是ADI公司的软件应用工程师。他于2011年加入ADI公司，参与了各种软件开发项目，然后迁往爱尔兰，在新的岗位上从事无线电池管理系统(wBMS)开发。他拥有汽车信息娱乐和处理项目的经验，例如为ADI SHARC®处理器开发音频框架。他最近的贡献包括领导汽车连接项目的软件开发，例如ADI汽车音频总线(A²B®)和控制器区域网络(CAN)协议栈等。他拥有印度彼拉尼BITS的软件系统硕士学位。他热衷于与客户合作，围绕最新的汽车趋势创新技术，包括汽车网络和BMS。联系方式：karthik.radhakrishna@analog.com

Danny Ko是音频和新兴技术部的系统架构师，工作地点位于韩国首尔。Danny于2004年加入ADI，担任DSP现场应用工程师，为三星、LG和众多公司提供支持达三年之久，并于2007年将重点转移到汽车领域。2010年，Danny被调到汽车部门担任汽车系统应用工程师，从事信息娱乐领域工作，主要负责音频应用。自2018年以来，他的工作已扩展到新兴技术领域。联系方式：danny.ko@analog.com

Jagannath Rotti毕业于班加罗尔PES技术学院，就读于电子和通信专业。他拥有超过15年的汽车软件经验。在加入ADI公司之前，他分别在Robert Bosch和Autoliv工作，从事动力传动系统和安全领域工作。在ADI公司，他担任汽车软件团队的工程经理，领导汽车音频总线(A²B)产品组合的软件工作。他感兴趣的领域包括汽车网络、网络安全和加密、音频算法、自动驾驶、传感器融合和梵文文献。联系方式：jagannath.rotti@analog.com

Joe Triggs是ADI公司汽车座舱娱乐(ACE)事业部汽车连接和传感(ACS)产品部的设计总监。ACS部门负责支持A²B、C²B和GMSL。他于2002年获得国立科克大学工学学士学位，之后于2004年获得利默里克大学工学硕士学位。2012年，他完成了利默里克大学Kemmy商学院工商管理硕士课程。联系方式：joe.triggs@analog.com

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛
与ADI技术专家互动。提出您的
棘手设计问题、浏览常见问题
解答，或参与讨论。

请访问ez.analog.com/cn

