

采用电容触控技术 简化智能音箱的 人机界面



作者: Sunil Oak
德州仪器 (TI)
系统应用经理

概述

不久的将来,智能音箱和家庭助手将随处可见。根据[朱尼普研究公司](#)的数据显示,在 2022 年前,将有超过 7000 万的美国家庭安装至少一台智能音箱。

自从 2015 年首次推出以来,智能音箱的功能已经有了显著提升。音箱可向用户传递音频内容,这仍是消费者为他们的家庭添置一台(或多台)音箱的主要原因。这些音箱配有声控数字助手,可与用户保持“通信”。音箱上的其他物理控制装置必须既保持简单的特性,同时仍可以启用所需的功能。这些控制装置包括简单的电源 ON/OFF 按钮,音量控制滑块/滚轮,跳过或重复音轨的按钮,麦克风静音按钮等。

感谢“Alexa”、“Hey Siri”和“OK Google”等语音唤醒指令,语音作为与设备互动的手段变得十分流行。智能音箱之所以能迅速受到消费者的追捧,主要原因之一就是它可以从根本上简化与其互动的过程。基本功能的按钮非常少,大部分都是通过语音指令进行互动。

莱昂纳多·达芬奇曾经说过“至繁归于至简。”在 21 世纪运用这种设计理念,即意味着应该尽可能简化人机界面,并且需要保持直观的设计风格。此外,由于语音是首选界面,因此设计人员必须在界面设计过程中凸显出明显的差异性。图 1 是传统的智能扬声器 HMI。

电容触控功能可使设计人员在产品设计中采用独特的功能并使产品充满竞争激烈的市场中脱颖而出。本文将介绍如何使用带 CapTIvate™ 触控技术的德州仪器 (TI) MSP430™ 微控制器 (MCU) 实现差异化功能。



图 1. 具有基本 HMI 的典型智能音箱。

采用 CapTIvate 技术的 MSP430™ 电容触控传感 MCU

TI MSP430 MCU 采用 CapTIvate 技术,使得触控设计具有一个集成的功能丰富的电容传感外设。该外设采用高度可靠的超低功耗设计,且不会影响触控功能,使其成为具有流畅 HMI 的电池供电应用的理想选择。可配置的 CapTIvate 外设同样也支持自电容和交互电容的测量拓扑结构,使设计人员可在带单一 MCU 的同一个独特界面的设计中利用每种拓扑的优点。可耐高分贝噪音的全功能可编程 MCU 和全面的生态系统使得带 CapTIvate 技术的 MSP430 MCU 从众多电容触控控制器中脱颖而出。

MSP430 CapTIvate MCU 可通过以下方式显著提高智能扬声器中的潜在功能：

- **机械按钮替换。**随着消费者越来越适应产品上的电容触控按钮，嵌入式系统设计人员开始意识到使用电容触控按钮代替机械按钮的好处。例如，你可以使用电容触控按钮代替智能扬声器上的四个按钮，使用单个 MSP430 CapTIvate MCU 可感知每个电容触控按钮。这可以大大节省按钮成本，制造剪切按钮的顶部表面的成本，及简化装配流程的成本。
- **高级输入，例如滑块和滚轮。**MSP430 CapTIvate MCU 使系统设计人员能够采用先进的输入机制，如滑块和滚轮，控制设备上的不同功能。例如，敲击可以打开和关闭麦克风，滑动滑块可以跳过或倒回音轨，轮式传感器上的旋转触控动作可以增加或减小音量。如果没有电容感应控制器，则无法为这些手势机制提供支持。[该培训视频](#)介绍了 MSP430 CapTIvate MCU 上一些 3-D 手势。
- **近距离检测。**MSP430 CapTIvate MCU 还具有近距离检测功能，使得只要用户将手放在设备附近，LED 环就可以开启和/或问候用户。这项技术为智能音箱设计提供了一个令人惊叹的增强功能。
- **提升美学效果。**无需切割顶面上的按钮孔是另一项显著的优点：设计人员可以灵活设计，使得表面呈现出更加美观的效果。它甚至不需要保持表面完全平坦；富有创意的设计人员可以尝试不同的形状和材料，从而采取可提升功能和吸引力的设计，以最大程度获得市场的青睐。MSP430 CapTIvate MCU 可实现[金属触控](#)、[玻璃触控](#)、[木材触控](#)和[塑料触控](#)。

- **提升可靠性。**触控和接近探测的可靠性是保持智能扬声器 HMI 的简单朴素特性的关键要素。许多噪声源对可靠地检测电容触控构成严重挑战。智能扬声器通常具有 Wi-Fi[®] 和/或蓝牙[®] 连接，这会增加电磁噪声。MSP430 CapTIvate MCU 结合信号处理算法，低噪声硬件设计和噪声避免技术，确保产品具有出色的抗噪能力。CapTIvate 技术采用配备了跳频振荡器的基于积分器的电荷转移引擎，及寄生电容校正和扩频时钟调制来提高抗噪能力。CapTIvate 软件库可提供了几种信号处理算法，用以提高触控或接近探测的稳健性。这包括多频算法，无限脉冲响应 (IIR) 滤波器，防回跳机制和动态阈值调整。此[参考设计](#)展示了一种耐噪声电容触摸 HMI 设计，同时[该视频](#)还介绍了 CapTIvate MCU 的所有抗噪特性。
- **防潮湿功能。**人们在浴室，厨房和泳池边使用传统的蓝牙扬声器已经有段时间了。我们期望智能扬声器能够效法，但这意味着要增加智能扬声器的耐湿性。完全密封电容触控控制器的顶面确实有效，因此带有机械按钮的设备必须采取成本高昂的措施才能具有耐湿性。MSP430 CapTIvate MCU 可以在有湿气的环境中可靠地进行触控探测或接近探测。该酷炫的视频展示了 MSP430 CapTIvate MCU 的耐湿性。



图 2 优雅的 HMI 可在市场上脱颖而出。

- **低功耗。**具有 Wi-Fi 连接的智能扬声器通常采用墙上插座供电,因此它们通常不满足低功耗的要求。但是,从用户的角度来看,这限制了扬声器的便携性。智能扬声器采用电池供电,需要重新设计设备架构,同时采取更复杂的电源管理方案以延长电池寿命。事实上,部分制造商生产的便携式智能扬声器,其充电电池的运行时间大约为 10 到 12 小时。

这些设备中的电容触控控制器需要尽可能降低功耗,同时仍能进行触控探测或近距离探测。采用 CapTivate 技术的 MSP430 MCU 是功耗最低的电容触控传感解决方案,每个按键电流小于 $2\mu\text{A}/\text{avg}$ 。MCU 还支持唤醒触控或唤醒近距离探测,因此您可以将大多数耗电处理器设置成深度低功耗模式,直到被触控或近距离事件激活。查看该[参考设计](#),它展示了玻璃低功耗触控。

此外,我们新推出的 CapTivate MCU 产品线将电容传感功能引入成本敏感的应用之中。带有集成电容触控的全新 [MSP430FR2522](#) 和 [MSP430FR2512](#) MCU 可为语音激活的家庭自动化系统,音频应用等提供多达 16 个按钮和近距离感应功能。该设备专为对成本敏感的应用而设计。

新型 CapTivate 触控 MCU 的主要特点和优势:

- **经济实惠的电容触控 MCU:**

设计人员现在可以使用 MSP430FR2522 / MSP430FR2512 MCU 将电容触控和近距离感应的优点添加到成本敏感的应用中。

- **缩短上市的时间:**开发人员可以通过在线 CapTivate 技术指南和 TI E2E™ 社区支持,借助众多的 MCU,易于使用的工具,软件,参考设计和文档,快速评估其应用的电容传感。头脑风暴你自己的应用程序。运用自己的创造力,只需 5 分钟,就可使用 CapTivate 设计中心创建自己的杰作。为了进行快速评估,现在可以使用 [CAPKEYPAD BoosterPack™ 插件模块](#)。BoosterPack 模块可与 LaunchPad™ 开发套件, CapTivate 开发套件 ([MSP-CAPTFR2633](#)) 或 CapTivate 编程器板 ([CAPTIVATE-PGMR](#)) 一起使用,从而实现最大程度的灵活性。

集成电容传感技术是芯片上 10 位 SAR ADC, GPIO, 定时器, 多个串行接口 (I2C, SPI, UART) 的完整 MCU 的一部分,可采用 TSSOP 和 QFN 封装。

结论

具有 CapTivate 技术的 TI MSP430 MCU 采用了目前最具抗噪性的电容传感技术。MCU 将按钮, 滑块, 滚轮和近距离感应接口配置组合在一起, 同时具有超低功耗, 可打造出引人注目但又简单的接口。富有创意的设计人员可以使用这项技术, 以增强他们即将推出的智能扬声器的设计, 从而在已经取得巨大成功的基础上进一步提高其在全球的覆盖范围。

重要注意事项: 此处所描述的 TI 股份有限公司及其附属公司的产品与设备是符合 TI 标准销售条款和条件的销售主体。我们建议客户在下单前先获取 TI 产品及服务的最新最全信息。TI 对应用支持、客户应用、产品设计、软件性能以及专利侵权不承担任何责任。在此对其他公司产品或服务的信息公开不构成对 TI 的批准、授权或背书。

平台标识, BoosterPack, CapTivate, E2E, LaunchPad 和 MSP430 均属于德州仪器公司的商标。所有其它商标是其各自所有者的财产。

有关 TI 设计信息和资源的重要通知

德州仪器 (TI) 公司提供的技术、应用或其他设计建议、服务或信息，包括但不限于与评估模块有关的参考设计和材料（总称“TI 资源”），旨在帮助设计人员开发整合了 TI 产品的应用；如果您（个人，或如果是代表贵公司，则为贵公司）以任何方式下载、访问或使用了任何特定的 TI 资源，即表示贵方同意仅为该等目标，按照本通知的条款进行使用。

TI 所提供的 TI 资源，并未扩大或以其他方式修改 TI 对 TI 产品的公开适用的质保及质保免责声明；也未导致 TI 承担任何额外的义务或责任。TI 有权对其 TI 资源进行纠正、增强、改进和其他修改。

您理解并同意，在设计应用时应自行实施独立的分析、评价和判断，且应全权负责并确保应用的安全性，以及您的应用（包括应用中使用的 TI 产品）应符合所有适用的法律法规及其他相关要求。就您的应用声明，您具备制订和实施下列保障措施所需的一切必要专业知识，能够 (1) 预见故障的危险后果，(2) 监视故障及其后果，以及 (3) 降低可能导致危险的故障几率并采取适当措施。您同意，在使用或分发包含 TI 产品的任何应用前，您将彻底测试该等应用和该等应用所用 TI 产品的功能而设计。除特定 TI 资源的公开文档中明确列出的测试外，TI 未进行任何其他测试。

您只有在为开发包含该等 TI 资源所列 TI 产品的应用时，才被授权使用、复制和修改任何相关单项 TI 资源。但并未依据禁止反言原则或其他法律授予您任何 TI 知识产权的任何其他明示或默示的许可，也未授予您 TI 或第三方的任何技术或知识产权的许可，该等许可包括但不限于任何专利权、版权、屏蔽作品权或与使用 TI 产品或服务的任何整合、机器制作、流程相关的其他知识产权。涉及或参考了第三方产品或服务的信息不构成使用此类产品或服务的许可或与其相关的保证或认可。使用 TI 资源可能需要您向第三方获得对该等第三方专利或其他知识产权的许可。

TI 资源系“按原样”提供。TI 兹免除对 TI 资源及其使用作出所有其他明确或默认的保证或陈述，包括但不限于对准确性或完整性、产权保证、无复发故障保证，以及适销性、适合特定用途和不侵犯任何第三方知识产权的任何默认保证。

TI 不负责任何申索，包括但不限于因组合产品所致或与之有关的申索，也不为您辩护或赔偿，即使该等产品组合已列于 TI 资源或其他地方。对因 TI 资源或其使用引起或与之有关的任何实际的、直接的、特殊的、附带的、间接的、惩罚性的、偶发的、从属或惩戒性损害赔偿，不管 TI 是否获悉可能会产生上述损害赔偿，TI 概不负责。

您同意向 TI 及其代表全额赔偿因您不遵守本通知条款和条件而引起的任何损害、费用、损失和/或责任。

本通知适用于 TI 资源。另有其他条款适用于某些类型的材料、TI 产品和服务的使用和采购。这些条款包括但不限于适用于 TI 的半导体产品 (<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>)、[评估模块](http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm)和样品 (<http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm>) 的标准条款。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122
Copyright © 2018 德州仪器半导体技术（上海）有限公司