

スマート・スピーカの基礎： 多くの設計トレードオフの 比較考量



Wenchau Albert Lo
System Engineer,
Personal Electronics
Texas Instruments

Mike Gilbert
End Equipment Lead,
Personal Electronics
Texas Instruments

音声認識スピーカは、「スマート・スピーカ」という呼び名で人気の コンシューマ製品です。

市場調査会社のeMarketerによると、2017年のうちに米国で3,560万人の消費者が毎月少なくとも1回は音声認識デバイスを使用しました。しかも、この分野の年間成長率は50%近くに達しています。

将来の市場予測も楽観的です。Juniper Researchは、Amazon Echo、Google Home、Apple HomePod、Sonos Oneのようなスマート機器が2022年までに米国の大半の世帯に設置される見込みであると予測しています。つまり、このような機器の設置済み合計数である1億7,500万台に加えて、さらに7,000万世帯がこれらのスマート・スピーカのいずれかを設置するという予測です。2014年11月より前は存在していなかった製品カテゴリであることを考えると、この予測は特に印象的です。

ただし、これら簡素な外観の機器の背後には、単なるマイク、スピーカ、インターネット・インターフェースの組み合わせを超える多くの要素が存在しています。スマート・スピーカは、多数の高度な集積回路(IC)によって実現される多くのエレクトロニクス機能を搭載しています。OEM (Original equipment manufacturer) 各社は差別化した製品を採用してスマート・スピーカ市場に参入しようとする場合、このような小型の低消費電力機器において、何を採用するのか、どのように実装するのか、どのようなトレードオフが受け入れられるのか、という点で決定を下す必要があります。

スマート・スピーカは実際にどのように動作し、家庭内でどのように使用されているのでしょうか。簡潔に表現すると、エンド・ユーザーの音声コマンドを取得してデジタル化し、その結果をWebベースのクラウド・サービスに渡して解釈を任せ、コマンドに従って動作したり、結果に応じて応答したりという方法でエンド・ユーザーに対応します。スマート・スピーカは、WebまたはBluetooth® 接続デバイスから取得したオーディオ・コンテンツの検索や再生をすることもできます。



図1:メディア・プレーヤの役割を果たす場合、スマート・スピーカはシンプルかつ洗練された製品として、高品質サウンドが求められます。スマート・ホーム・ハブの役割を果たす場合、高精度の音声認識を実現すると同時に、家庭内にある一連のスマート機器にコネクティビティを提供する必要があります。

図1に示しているように、多くのスマート・スピーカは、照明、ドア・ロック、クライメイト・コントロール(空調を制御するサーモスタット)システムなど、家庭内にある他の機器との連携も可能です。

このサイクルには、OEMが自社製品を差別化しようとする意図に加えて、他の要素も関係しています。家庭内全部ではないにしても、メディアとホーム・オートメーションを単独で処理するハブとして、室内における情報へのアクセスとフローを制御する競争が発生しています。

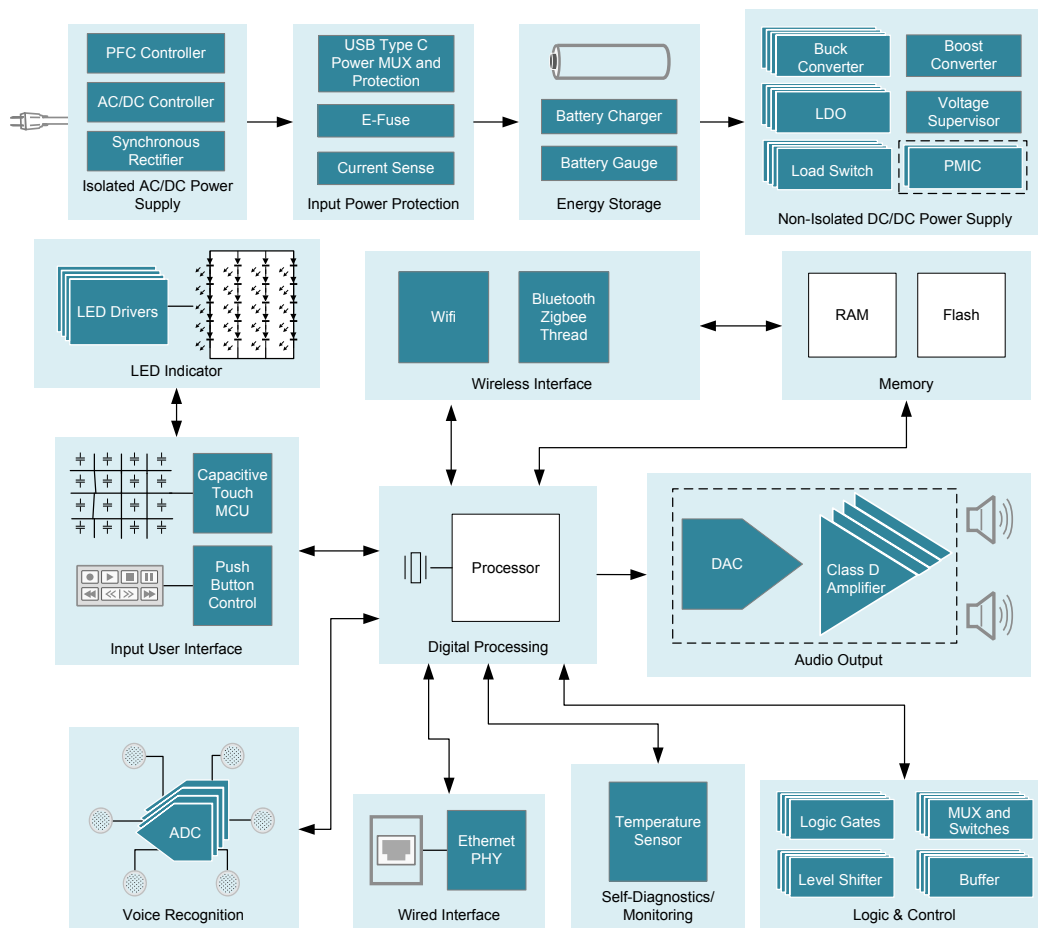


図2: TIのスマート・スピーカのシステム・ブロック図

スマート・スピーカの実現

スマート・スピーカを製作するには、かなりの量の電子回路を適切に動作させる必要があります。この製品は、アナログ、デジタル、ミックスド・シグナル、パワー・マネージメントの各サブシステムと各種インターフェイスなどによる、複雑な組み合わせと相互接続で構成されています(図2)。

解決する必要がある設計上の課題は多く、マイクの数と種類、オーディオ出力とスピーカ、パワー・マネージメント、ユーザー・インターフェイス、無線通信などが該当します。OEM各社が考慮する最初の質問は、いわゆる「ブラックボックス」チップセットを採用するかどうか、という点です。このようなチップセットには、オーディオのデコードと信号処理を行うシステム・オン・チップ (SoC) に加え、Wi-Fi® および Bluetooth 無線、マイコン (MCU)、場合によってはカスタムのパワー・マネージメントIC (PMIC) も搭載されています。このような「一体型」ソリューションを採用する場合、製品の大規模な差異化は実施できません。設計に関連するいくつかの分野と課題に注目しましょう。

マイク

マイクのテクノロジーを選択する場合、トレードオフは必ずしも明らかであるとは限りません。次の選択肢があります。

- MEMS ベースの「アナログ」マイクは、プリアンプを内蔵しており、外部24ビット A/D コンバータ (ADC) と組み合わせ、フォーマット済みのデジタル・コードを SoC に出力します。
- MEMS ベースの「デジタル」マイクは、1ビット、1次のデルタ・シグマ変調器 ADC を内蔵しており、この ADC はパルス間隔変調 (pulse-duration modulation、PDM) のデジタル・ビットストリームを出力しますが、フォーマット済みのデジタル・コードを作成するには、この信号をさらにフィルタ処理する必要があります。このフィルタ処理を実行するには、SoC、または音声認識特化型のデジタル信号プロセッサ (DSP) を使用する必要があります。スタンドアロンの音声 DSP を採用すると、SoC の処理をかなり軽減することができますが、コストが増加します。

デジタル・マイク単体はアナログ・マイク単体より高価ですが、アナログ・マイクはSoCの前段で追加のADCを必要とします。アナログ・マイクと個別ADCの組み合わせに比べると、デジタル・マイクは信号対ノイズ比(SNR)とダイナミック・レンジが低くなっています。これは、ADCをマイク・パッケージ内に収容するためトランスデューサのサイズに制限が課されること、および内蔵型ADC自体に性能の限界があることが原因です。一般的なデジタル・マイクのSNRは65dB前後の数値、またダイナミック・レンジは104dB前後の数値です。ADCが内蔵型なので、フィルタ処理やオーバーサンプリングを通じてSNRやダイナミック・レンジの改善を図ることはできません。

一方、アナログ・マイクは外部ADCとの組み合わせが前提であり、SNRまたはダイナミック・レンジ(ADCではどちらも同じ意味)は最大120dBに達します。多くの場合、このような外部ADCとして使用するのには、3次または4次のデルタ・シグマ変調器と高い比率のオーバーサンプリング機能を搭載した、マルチチャネルの高精度オーディオ24ビットADCです。また、プログラマブルな複素デジタル・デシメーション・フィルタや、構成可能な自動ゲイン制御機能を持つPGA(プログラマブル・ゲイン・アンプ)、および追加のフィルタ処理とイコライゼーション用の小型DSPも搭載しています。人の多い典型的な室内や、音楽を再生している室内などの状況で、周囲のサウンド・レベルは容易に60dBに達します。この結果、ダイナミック・レンジの狭いデジタル・マイクは、音声周囲のサウンドより明らかに大きい場合以外、音声コマンドを正しく認識できない結果になる可能性があります(つまり、エンド・ユーザーがマイクに近寄って発声するか、スマート・スピーカ側でマイクの数を増やす必要が生じます)。

ダイナミック・レンジを104dBから120dBに上げると、大局的に見ていくつかの顕著な利点を実現できます。ダイナミック・レンジを6dB改善すると、音声認識範囲(到達距離)を2倍に伸ばすことができます。状況によっては、範囲を拡大しても実用的ではない、または役に立たないこともありますが、開発者としては、より広いダイナミック・レンジを活用することができます。仮にダイナミック・レンジが14dB広がる場合、必要なマイクの数減らす方法で、コストを削減することができます。デジタル・マイクの場合、マイクの数を増やすとコストの上昇に加えて、SoCにマイク1組を追加するたびに3本の信号パターン(データとクロック)を配線し、SoC自体で利用できるPDM入力の数を増やす必要が生じるので、マイク数の増加が容易ではない可能性もあります。それに加えて、各パターンがノイズを拾い、またノイズを放射する可能性があり、EMI(電磁干渉)が発生するという点も懸念事項です。最後に、各デジタル・マイクに向かって配線するクロック・ラインは、取り回しやジッタ(遅延時間のばらつき、配線スキュー)という課題も引き起こします。現在のアナログ・マイクは一般的に差動出力を採用しており、信号パターン配線に対する同相除去を実現できます。また、ADCが各マイクに対してバイアスを供給するので、マイク・アレイに対する電力供給の複雑さも低減できます。

アナログ・マイクと高精度ADCの組み合わせに伴うマイクの範囲延長と感度改善は、コスト削減や複雑さの緩和に加えて、ノイズの多いさまざまな環境で音声認識の失敗に伴ういらいらだちの大幅軽減に貢献します。第2世代スマート・スピーカの展開開始に伴って、このエラー・レートはますます重要な市場差異化要因になる見込みです。

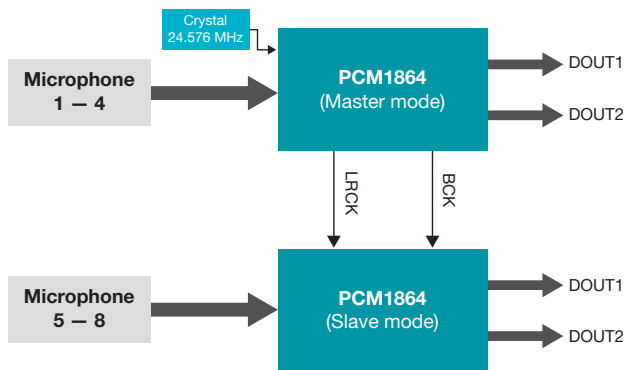


図3: サーキュラー (円形) マイク・ボードのリファレンス・デザイン

複数マイクを採用した設計と音声認識を実装する際に、わざわざ初めからやり直す必要はありません。[TIのPCM1864をベースとするサーキュラー \(円形\) マイク・ボード \(CMB\) リファレンス・デザイン](#)を図3に示します。このボードは4チャンネル・オーディオADCを2個使用し、最大8個のアナログ・マイク・アレイとのインターフェイスを確保するほか、ノイズの多い環境でクリアなユーザー音声を抽出することができます。

スピーカ・アンプと電源

スピーカ・アンプについては、出力電力 (代表的な値は5W ~ 25Wの範囲内)、消費電力、発熱、サイズ、スピーカの保護機能、音の再現性の間でトレードオフが発生します。単一のミッドレンジ・ツイーターとウーファーを採用したシンプルなスピーカ・システムでも良好なサウンドを再生できますが、複数のスピーカと最新のオーディオ処理手法を組み合わせれば、360度のサラウンド・オーディオ環境を提供することができます。

また、スピーカの周波数特性のチューニングと最適なマッチングを目的として1回のルーム・キャリブレーションを実施することも、サウンド領域内での移動を補償する目的で、より複雑なアダプティブ・チューニング・アプローチを採用することも可能です。[TIのPurePath™ Console](#) グラフィカル開発スイートを使用すると、1回のチューニングを容易に実行して、顕著な結果を実現することができます。

消費電力と発熱に関して、継続的な消費電力を削減するためのアプローチは、アンプのパルス幅変調 (PWM) 方式と適切な電源を組み合わせ、スピーカの出力要件を低減することです。この手法は、Class-Dの出力に関して可変 (固定ではない) スイッチング周波数を使用し、オーディオ・コンテンツに基づいて周波数を変化させるものです。言い換えると、コンテンツが多い場合はスイッチング周波数を高くし、コンテンツが少ない場合はスイッチング周波数を低くします。

効率を高めるために、コンテンツに基づき、アンプの出力で使用する電源電圧を動的に調整することもできます。この手法をエンベロープ・トラッキング (包絡線追跡) と呼びます。この手法はオーディオ・コンテンツを追跡 (監視) し、音楽再生で出力、特に重低音パートを上昇させる必要が生じた場合 (信号コンテンツに多数のピークが含まれる状況) のみ、電圧 (出力電力に相関) を昇圧します。

[デジタル入力、Class-D、IVセンス・オーディオ・アンプのステレオ評価モジュールのリファレンス・デザイン](#)を図4に示します。複数のフォーマットのデジタル入力を受け入れて高品質オーディオを出力するほか、忠実度や性能を低下させずに出力レベル範囲全体にわたって消費電力を最小化する追加機能を搭載したClass-Dトポロジーを採用しています。

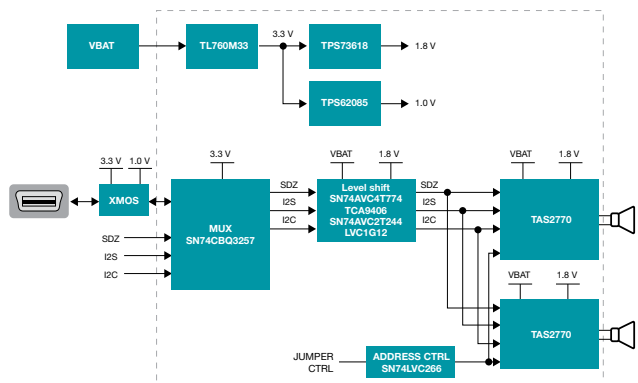


図4: ステレオ評価モジュールのリファレンス・デザイン

パワー・マネージメント

システム設計でパワー・マネージメントは重要です。最終的な目標は、効率的に電力を供給し、電力消費による発熱を減らすことです。その結果、より小型かつ低コストのシステムを実現し、ポータブル・システムの場合、バッテリー動作時間を延長することができます。SoCとWi-Fiに対応したチップセットは、専用のPMICをバンドルしていることがあります。それ以外の選択肢として、基板レイアウトとメーカーの柔軟性を高める目的で、個別のDC/DCコンバータ、低ドロップアウトレギュレータ、電圧スーパーバイザのディスクリート実装を行い、監視シーケンシングなどの機能の修正、ボード・レイアウトの変更、ノイズやコストの低減を実施することも可能です。

固定的な統合型ソリューションで実現できる性能を上回るように、設計の最適化を進めたいと考えることもあります。たとえば、より小さい静止電流での動作や、より高いスイッチング周波数(1.4MHz～4MHzなど)の採用により、必要とされるインダクタを小型化し、より小型のフットプリントを実現することができます。または、パルス・スキップ・モード、別名エコ・モードを使用して、軽負荷の状態で電力を節約すると同時に、スイッチング周波数を常にオーディオ帯域外の20kHz超に維持する(20kHz以下の場合には可聴ノイズが発生する可能性がある)ことも考えられます。さらに、システム入力電圧のフレキシビリティが求められる場合もあります。この種のアンプは、12V～24Vの電源電圧を必要とします。供給元は内部電源、または外部の電源アダプタです。

このメイン電力は内蔵のAC/DC電源でも供給できますが、外部のAC/DCアダプタを使用する場合は12Vまたは5V出力が一般的です。ただし、スピーカが必要とする電力に応じ、電圧要件などは変化します。ローパワー(小電力)スピーカの場合、このメイン電力をMicro USBコネクタ経由で供給できます。大出力スピーカでも、最近主流になりつつあるUSB Type-C™で対応できます。どちらも、従来型のかさばるAC/DCアダプタとバレル・ジャック(DC端子)を省略できます。この種のアダプタは電力レベルがさまざまに異なる可能性があるため、USB Type-Cを実装する場合、スピーカからアダプタに対する何らかのレベルのハンドシェイクを実装するか、USB入力の電流制限スイッチを採用する、過電流と過電圧の保護機能を搭載したバッテリー・チャージャを選定する、などの対策が必要です。

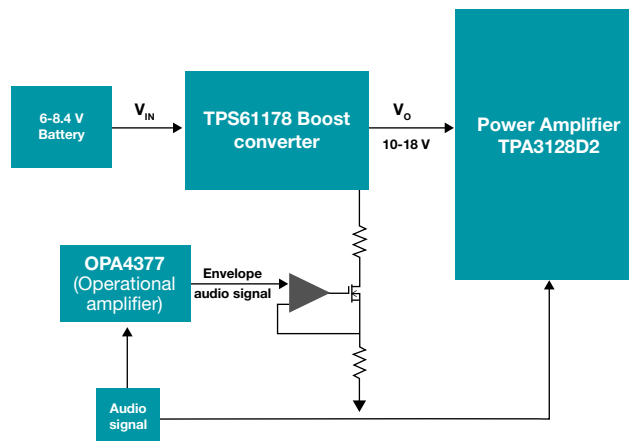


図5: エンベロープ・トラッキング電源のリファレンス・デザイン

ポータブル・スピーカの場合、パワー・パス管理という手法を使用すると、外部AC/DCアダプタがバッテリーを充電すると同時に、統合型レギュレータを通じ、「ライブで」(需要に応じて)スピーカに電力を供給することができます。より高電圧のスピーカ・アンプ電源レール(12Vや18Vなど)が必要な場合、1つのオプションは2セルのバッテリーを8V構成で使用し、スピーカ・アンプが必要とする状況でその電圧を昇圧することです。(アダプタの出力が5Vの場合)バッテリー・チャージャは入力電圧をそれより高いバッテリー電圧に昇圧する必要が生じ、ピーク電力条件の際に、より高い電圧を供給する目的で、スピーカ・アンプのレール向けに追加の昇圧コンバータが必要になります。さらに、ポータブル・スマート・スピーカ・システムは、バッテリーのみを電源として使用している状況で充電サイクル間(充電完了から次の充電開始まで)の動作時間を延長するために、スタンバイ消費電力の定格を低くし、効率的な降圧コンバータを採用する必要があります。

スピーカは主な電力消費機器なので、スピーカ・アンプのニーズを満たす目的で密接に統合した電源を使用すれば、電力効率とコスト効率の優れた設計が得られます。このような状況に適した例として、[オーディオ・パワー・アンプ向けエンベロープ・トラッキング電源のリファレンス・デザイン](#)を図5に示します。このデザインは5.4V～8.4Vの入力電圧レールで動作し、(7.2Vレール使用時に)8Ωの負荷に2×20Wの電力を供給します。また、オーディオ信号のピーク・ツー・ピーク・エンベロープに応じて出力電圧を変化させる方法で、出力電圧範囲全体で高効率を維持します。それにより、オーディオ・コンテンツに合わせてパワー・アンプへの電源電圧を動的に調整し、パワー・アンプの消費電力を最適化します。

ユーザー・インターフェイス

ヒューマン・マシン・インターフェイス (HMI) はスマート・スピーカの主な市場差異化要因なので、求められるエンド・ユーザー環境に基づいて、どのようなタイプのユーザー・インターフェイスを採用するのかを決定する必要があります。インターフェイスとしては、低コストのシンプルなボタンと単一インジケータLEDの組み合わせや、点滅が回転するLEDリング(環状LED)から、小型のLCDディスプレイや、タッチ入力やハプティクス・フィードバックに対応したLCDディスプレイまで、様々な選択肢があります。

LEDは、ステータスを示す最低限のインジケータとして使用されるほか、最近ではさまざまなパターンで色の表示を移動させる方法でエンド・ユーザーの使用環境を拡張する例があります。よりシンプルなシステムでは単色LEDを採用しますが、最も使用頻度が高いのはRGB(赤、緑、青)LEDです。複数カラーのオプションを選択した場合、何個のRGB LEDを搭載するのか、またLEDを制御するために、システム・プロセッサ、マイコン、LEDエンジン搭載のより新しいマルチLEDドライバのどれを使用するかを決定する必要があります。各選択肢には、コスト、消費電力、システム負荷に関するトレードオフが伴います。統合型のLEDパターン・エンジンは、プロセッサまたはマイコンが低消費電力のアイドル・モードにある場合でも、パターン生成を管理し、RGB LEDアレイを駆動することでプロセッサの負荷を軽減します。

図6に示すように、[各種LEDリング\(環状LED\)点滅パターンのリファレンス・デザイン](#)は、新しいマルチチャンネルRGB LEDドライバと内蔵LEDエンジンを使用して、マルチカラーRGB LEDリング・パターン・サブシステムを設計する方法を示しています。周囲光センサICを使用して、LEDの輝度を自動的に制御できます。

これらに相当するパネル・プッシュ・ボタンは一般に安価ですが、機械的な故障が発生しやすく、単一機能に制限される点が短所です。エンド・ユーザーが操作(上、下、スクロール)を行うには、ボタンを「押したままにする」(長押し)する必要がありますが、スマートフォンが普及した現在では旧式かつ直観的ではない操作方法です。一方、静電容量式タッチパネルによる操作を採用すると、より対話的になり、ユーザー・インターフェイスを改善することができます。物理的な力を加える必要はなく、またエンド・ユーザーの近接を検出すると同時に、周囲が暗い場合は同じ面でバックライトを点灯することができます。タッチパネルは、単純なボタン操作の代わりに「スワイプ」や「スピン」など、現在は一般的になったインターフェイスを実装することができ、それによりスマート・スピーカの差異化に役立ちます。適切に設計した静電容量式タッチ・コントローラはさまざまな材質(プラスチック、ガラス、金属)の面で機能し、スピーカのケース表面と面一の(平坦)設計にすることも可能です。

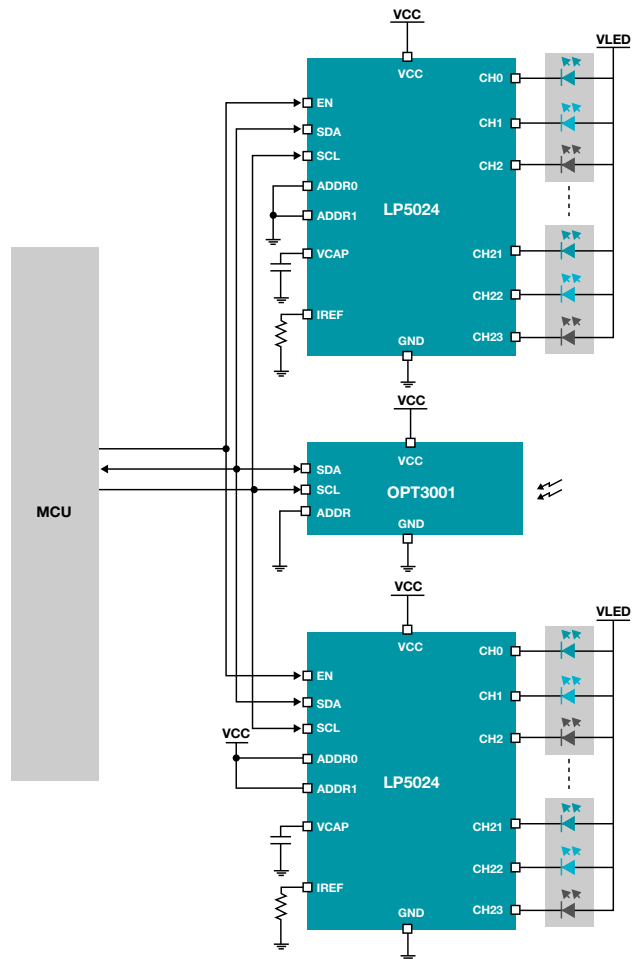


図6: 各種LEDリング(環状LED)点滅パターンのリファレンス・デザイン

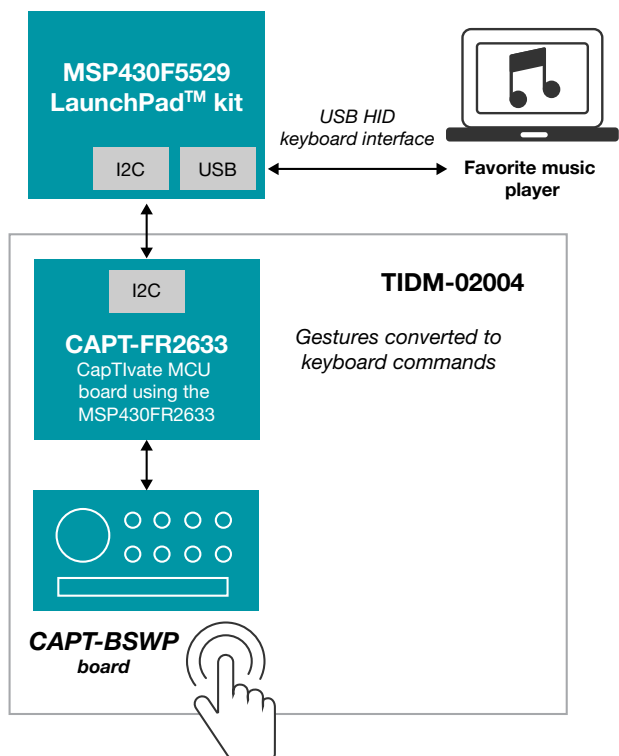


図7：ジェスチャベースの静電容量式タッチ・インターフェイスのリファレンス・デザイン

ジェスチャベースの静電容量式タッチ・スピーカ・インターフェイスのリファレンス・デザインを図7に示します。

TIの静電容量式タッチ・マイコンを使用したスマート・スピーカで、マルチジェスチャの静電容量式タッチ・インターフェイス向けに使いやすい評価システムを実現しています。このデザインでは、タップ、スワイプ、スライド、回転の各ジェスチャを使用できます。

ワイヤレス・接続性

最後に、スピーカを文字通り箱から取り出すときの課題が残っています。インターネットに接続していなければ、スマート・スピーカはユーザーの意図したとおりに動作することができません。想定する速度要件や電力制限のもとで、最適な接続が得られるよう設計上の決定をいくつか行う必要があります。

最も一般的な形態のスマート・スピーカは、Wi-Fi® 経由でインターネットに接続します。この場合、IEEE 802.11nの帯域幅は十二分であり、複数の部屋にまたがるワイヤレス・スピーカ・メッシュ接続も可能です。ただし、Wi-Fi対応のパワー・アンプはかなりの電力を消費し、バッテリー動作のスマート・スピーカの使用時間に制限が生じる可能性があります。この理由で、Wi-Fi対応スピーカを連続使用する場合、たいていはコンセントに直接接続するか、ACアダプタを採用することになります。

(室内全体をよりの確にカバーする、またはステレオ音質を確保する目的で) エンド・ユーザーが複数のスマート・スピーカ・ユニットの使用を希望する場合には、メッシュ・ネットワークを実装するためにIEEE 802.11n/sのサポートが必要になります。メッシュ・ネットワーク内では、いずれか1台のスピーカがマスター(クラウドに接続)になることができ、他のスピーカはスレーブとして動作します。マスターとして動作しているスピーカが電源オフまたはネットワーク接続を失った場合、メッシュは自動的に別のスピーカをマスターに割り当てます。マルチ・スピーカ・メッシュ・ネットワークで最大の課題は、同期の確保です。メッシュ・ネットワーク内のWi-Fiコントローラは、ユーザーの明らかなら立ちを防止するために、堅牢な同期方式を実装する必要があります。

バッテリー動作のポータブル・スピーカは、Wi-Fiクラウドとの接続性機能を、近隣のモバイル・デバイスに委ねることもあります。クラウドと間接的に接続するため、またはモバイル・デバイスに格納されているコンテンツを活用するために、モバイル・デバイスとの接続性を確保する場合、オーディオ・コンテンツのストリーミングを行う目的で継続的な接続を行うにはBluetooth Classic (別名Bluetooth Basic Rate) が必須です。Bluetooth Low Energyには帯域幅の制限と電源方式の課題があるからです。Bluetooth Classicと組み合わせて使用する場合、Bluetooth Low Energyは複数のデバイス間の通信制御に使用できます。

ホーム・オートメーションは、多くの家庭が別の要素を使用して実現している別の機能です。Wi-Fi経由でインターネットに接続したスタンドアロンのハブを中心とし、Zigbee[®]、Thread、Z-waveなどの規格を使用してホーム・オートメーション向けに実装および設定したワイヤレス・メッシュ・ネットワークに、特化型の照明やサーモスタットを接続した形態です。この種のスタンドアロン・ハブが追加で実装されていれば、スマート・スピーカがインターネット経由でホーム・オートメーションを実現することも可能です。

ただし、エンド・ユーザーがこの付加的なワイヤレス・ハブを購入する必要がなくなるように、RFパワー・アンプを統合したマルチバンド・ワイヤレス・マイコンを単純に追加する方法で、スマート・スピーカをホーム・オートメーション・ハブにすることができます。この種のワイヤレス・マイコンは、プロトコル・スタックの処理を取り扱い、無線を制御することで、既存のSoCまたはWi-Fiネットワーク・プロセッサに余分の負荷が発生することを防止します。同時に、2.4GHz帯とSub-1GHz帯の両方で、一般的な長距離ホーム・オートメーション・プロトコルを使用した通信が可能になります。Wi-FiとBluetoothはどちらも2.4GHz帯を使用するので、統合型ワイヤレス・マイコンが内蔵しているハードウェアとソフトウェアの組み合わせを通じて、これらが確実に共存できるようにする必要があります。

将来の展望

将来のスマート・スピーカは、スタンドアロンのオーディオ専用ユニットだけには留まらないでしょう。フラットパネルTVの薄型化が進むにつれて、内蔵スピーカの小型化も必要になります。その結果、TVの音質に悪影響を及ぼしています。対策として、(フラットパネルTVの音質を改善する) サウンドバーが一般的になってきています。サウンドバーの進化の次のステップは、明らかに音声認識機能の追加です。

映像を補完するために、スマート・サウンドバーはワイヤレス・ビデオ・ストリーミングに対応したセット・トップ・ボックスを内蔵し、超大型のディスプレイ・モニタとして機能するTVとの間をただ1本のHDMIケーブルで接続します。フラットパネルTVがいつそう薄型化する過程で、TVの制御回路と電源もスマート・サウンドバーの一部として実装される可能性があります。その場合、スマート・スピーカとスマート・サウンドバーは、家庭内のエンターテインメント・システムを管理するハブの役割を争うようになるでしょう。ホーム・オートメーションで使用するコネクティビティが追加されれば、これらのデバイスはスマート・ホームのオートメーション・ハブの座を巡っても争うことになります。

もう1つの追加機能は、スマート・スピーカのディスプレイです。スマート・スピーカに対するディスプレイの追加は、自然な機能拡張ということができます。自動車でセンター・コンソール・ディスプレイが一般的になりつつあるのと同様、消費者は家庭内のインフォメーション/エンターテインメント・デバイスでも付加的な視覚環境を求めるようになるでしょう。さらに、ハンドヘルドのスマートフォンやタブレット環境がより個人特化型であるのに対し、スマート・スピーカがコンテンツの要求を受け付けて表示する方法は、それらとは異なるものになります。コンテンツの要求や制御は主に音声コマンドを通じて行われるので、迅速に高精度の結果を提供するため、検索および制御用に簡素化されたアプリケーションが必要となります。加えて、表示画像も簡素化し、タッチ操作を最小限にしながら、遠距離からの視聴に適した十分大きい画像を提供することも可能になります。

この結果、消費者はスマート・スピーカを使用して操作する際に、より快適な環境を手に入れ、鮮明なビジュアル・コンテンツを目にするようになるでしょう。

このようなディスプレイ機能の追加により、スマート・スピーカはリビング・ルームではスマート・サウンドバーに主導的な位置を譲りながらも、代わりにリビング・ルーム以外の場所に注目する可能性があります。スマート・スピーカは、統合型のLCD画面を使用する小規模なディスプレイから、TIのDLP®テクノロジーを使用して任意の表面への超短距離大画面投射を行うHD（高品位）プロジェクションまで、さまざまな個人用ディスプレイを提供できるようになるでしょう。台所や居間のように出入りの多い場所付近に設置するスマート・デバイスは、見た目がよく、自己主張が強すぎない外観にすることが求められます。一般的に言って、タブレット・サイズやそれより大きいフラットパネル・ディスプレイの追加は、このような条件に必ずしも適していません。投射型ディスプ

レイ・テクノロジーは、エンド・ユーザーがスマート・スピーカに情報（天気、料理のレシピ、交通情報）を問い合わせる際にいっそう対話的な環境を演出し、匿名の音声に顔を映し出すこともできます。このようにして、家庭内におけるスマート・スピーカの役割と重要性は絶えず変化と成長を重ね、設計者の皆様が新しいトレンドを引き起こし、独自設計を差別化するための機会を提供します。

詳細：

[スマート・スピーカ向けのTIのソリューションとデザイン](#)をご確認ください。



重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス・デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションが適用される各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、またはその他の要件を満たしていることを確実にする責任を、お客様のみが単独で負うものとします。上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、TI の販売条件 (www.tij.co.jp/ja-jp/legal/termssofsale.html)、または ti.com やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

Copyright © 2019, Texas Instruments Incorporated

日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社