

自動車機器 Automotive Equipment

ラック搭載型EPS用MCUの開発・量産化

Development and Mass Production of MCU for Rack Mounted EPS

電動パワーステアリング(EPS)はドライバーの操舵(そうだ)負荷トルクをモータでアシストするシステムで今後も大型乗用車を中心に拡大され、大多数の車両に搭載される見込みである。当社はモータとECU(Electric Control Unit)を一体型にしたモータコントローラユニット(MCU)を量産している。現在、コラム搭載型EPS向けに2G-FI(ECU前方搭載型第2世代MCU)を量産しているが、今回、ラック搭載型EPS向けにスリムでコンパクトな高出力MCUとして2G-RI(ECU後方搭載型第2世代MCU)を開発し、2017年から量産を開始した。

1. パッケージのスリム化

MCU全体構成は円筒型のアルミフレーム内にモータとECUを内蔵させ、ECUは2G-FIからパワーユニットと制御基板のレイアウトを見直すことで小径化を実現した。MCU組立てでは、モータの焼嵌(やきば)め、ECUの圧入・かしめ、モータバスバー溶接の各工程をアルミフレームの開口面から実施することでパッケージをスリム化した。

2. 高出力化

大型乗用車向けの高出力対応として、モータ外径拡大($\phi 80\text{mm}$ から $\phi 90\text{mm}$)と最適電磁気設計で総磁束量を増加させ、また、ECUのインバータ主回路の最適設計と放熱性能向上を図ることで定格電流を80Armsから100Armsに増加させ、高トルク化と高回転化を達成した。

3. EMC(ElectroMagnetic Compatibility)性能の向上

ECU部をモータ部と一体となるアルミフレームに収納する構成にして、インバータ主回路並びに制御回路基板からの放射エミッションに対するシールド効果を持たせた。同時に伝導雑音対策のためのフィルタ設計の最適化も行った。その結果、伝導及び放射エミッション共に中波放送帯、FM放送帯でCISPR(Comité International Spécial des Perturbations Radio électriques) 25/クラス5を実現した。またこの構成によって、高いEMS(ElectroMagnetic Susceptibility)性能も実現して周波数1MHz~3GHzの広い周波数にわたり400V/m以上の高いノイズイミュニティ性能を確保した。

4. 安全設計

中・大型乗用車でのEPS機能失陥は車両の操舵機能の喪失につながるため信頼性の高い設計が求められる。開発過程で、機能安全規格ISO26262に基づき、アシスト急停止などの機能失陥につながる故障について故障率や失陥時の挙動など満たすべき安全目標を設定し、設計仕様が安全目標を満足することを証明した。

ハードウェア設計では、パワーモジュールの適用など2G-FIで実績のある信頼性の高い要素技術を継承した。さらに部品・回路レベルでの冗長化設計を実施し、故障部位検出性とアシスト継続性の向上を実現した。

ソフトウェア設計では、ISO26262で最も要求レベルが高いASIL-D(Automotive Safety Integrity Level-D)適合のマイコンを採用してパーティショニングによる干渉抑止、通信データ・実行タイミング監視等の安全機構を構築した。また、ソフトウェア開発プロセス面では要求仕様からユニットレベルに至る膨大な成果物に対して双方向トレーサビリティを構成管理ツール導入とプロセス変更によって実現して安全性証明と品質を確保した。

5. 高付加価値化

この製品には欧州自動車メーカーを中心に採用が進む車載ソフトウェア標準化のプラットフォームであるAUTOSAR^(注)(AUTomotive Open System ARchitecture)を適用した。これによって開発規模抑制、移植性の面で優位性を得た。また、顧客ソフトウェアを当社ソフトウェア内に組み込む仕組みを提供することで顧客要望にきめ細かく応えつつ、並行開発による開発効率化を実現することでこの製品に付加価値を与えた。

車両との通信機能については次世代車載ネットワークの一つであるFlexRay^(注)を新採用した。これによって高速・高信頼性の車両内通信を実現することに貢献した。

6. 今後の展開

今後の市場・顧客要求に基づき、更なる安全設計、小型軽量化、幅広い出力定格のMCUの開発、量産化を進めていく。



ECU後方搭載型第2世代MCU

自動車機器 Automotive Equipment

後方AEB(自動ブレーキ)対応ソナーシステム

Sonar System for Rear Automatic Emergency Braking

1. 背景

当社では、超音波センサ(図1)を用いた車載向けの障害物接近警報装置(ソナーシステム)を開発・製造している。超音波センサはカメラやレーダと比べて安価であることや、一般的な車載用途の範囲では規制にかかることがなく、各国で自由に使用できる利便性を持ち、従来、駐車時等の運転支援装置(クリアランスソナー機能)として使われてきた。近年、普及が進んでいる予防安全システム向けにも採用され、主に低速時での車両周辺の障害物監視性能に期待が高まっている。今回、ペダル踏み間違い時の誤発進防止や、衝突被害軽減のための自動ブレーキ機能(Automatic Emergency Braking: AEB)に対応した障害物の認識性能を備えるソナーシステムを開発した(図2)。

2. 誤発進防止, AEB対応ソナーシステム

このシステムの実用化で開発した主な技術とその特長について述べる。

(1) ブレーキ作動判定

このシステムは、現在の自車速に基づき、緊急ブレーキをかけた場合の制動距離を計算する。超音波センサで検出した衝突可能性がある障害物までの距離が制動距離以下になった場合、ブレーキユニットに緊急ブレーキ作動の指示を行う。制動距離は、車両の制動力の応答遅れや通信遅れ、センサ検知処理の時間遅れによる空走距離を考慮して算出され、これらの遅延要素が発生した場合でも衝突を回避できるタイミングで緊急ブレーキ作動指示を出す構成にしている。

(2) 不要作動の排除

従来の障害物接近警報装置とは異なり、AEB機能では障害物が存在してもシステムが作動してはならない場合がある。代表例としては、車止めに接近して駐車する場面や、壁際にぎりぎりまで寄せて駐車する場面が挙げられる。車止めに関して、超音波センサでは原理的に物体の種類を認識できず、かつセンサの検知信号レベルも距離によっては壁と区別ができないため、従来は車止めだけを避けてAEB作動判定を行うことが困難であった。そこで、壁を検知した場合に、車両の動きに合わせてその物体を追跡する判定を行うことで壁と車止めを識別し、車止めに対してはAEB作動を抑制できるようにした。また、壁際にぎりぎりまで寄せて駐車する場面では、ドライバーの壁への接近が意図的かどうかによって、AEB作動



図1. 超音波センサ



図2. AEB対応ソナーシステムのコントロールユニット

要否が異なる。そこで、車速及びブレーキペダル踏み込み状態の車両情報を読み取り、極低速でブレーキペダルの踏み込みがある場合には、ドライバーの停車意思があると判断してAEB作動を抑制する判定を行い、実用シーンでの不要な作動が発生しないよう工夫している(図3)。

(3) センサ感度ばらつきの抑制

超音波センサは、次の主要部品によって構成される。

- ①圧電素子のひずみを利用し、物理的に振動して音波を送受信するセンサ素子
- ②圧電素子を振動させるための駆動信号を生成する昇圧・駆動回路
- ③受信した音波の電気信号を増幅する増幅回路
- ④特定の周波数の信号を抽出するフィルタ回路
- ⑤信号の強度を抽出する整流回路

各回路を構成する部品の個体ばらつきは、センサの検知感度に影響を与える。センサの感度のばらつきが大きければ、誤作動や不作動が発生するリスクが高くなり、それを避けるために故意に性能(障害物検出感度)を落として設計する必要が出てくる。今回のソナーシステム開発では、センサの部品構成を見直し、駆動回路と信号処理回路を集積化した超音波信号処理用ICを採用した。このICでは、駆動電流や受信信号の増幅ゲインをIC内に個別設定することで、生産ライン上で均一な性能のセンサを製造するためのパラメータを調整できる。その結果、センサの検知性能ばらつきを抑え、性能と信頼性のバランスがとれたチューニングが可能になった。

3. 今後の展開

今回開発した誤発進抑制, AEB対応ソナーシステムは、2017年末から市場投入を開始しており、搭載車種も拡大を続けている。今回、誤発進抑制機能及びAEB機能の作動対象物は壁、車両に限定しているが、今後は、センサ検知性能を改良して歩行者や標識のポールなどにも対応させ、より実用性の高いシステムの実現を目指す。

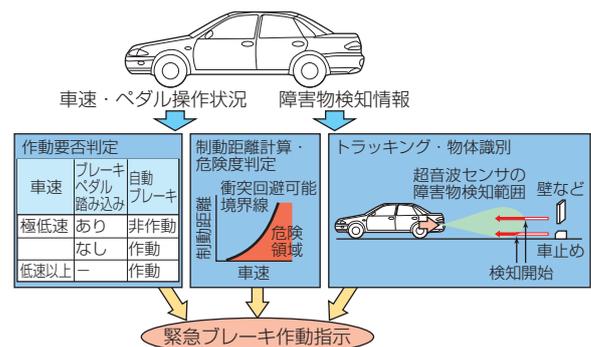


図3. AEB機能の制御概念図