Regardez derrière vous - Caméras de recul ADAS intelligentes

Processeur de pointe, pour traitement d'images compact et hautes-performances

Par Klaus Neuenhüskes, Directeur Senior Marketing Produit, Division Automobile, Toshiba Electronics Europe

Alors que les véhicules deviennent de plus en plus intelligents, les systèmes ADAS (Automated Driver Assist System, ou système automatisé d'aide à la conduite) apportent encore plus d'aide aux conducteurs en utilisant de plus en plus de caméras. Les tout derniers systèmes ADAS embarqués à bord des voitures surveillent le niveau de fatigue et de distraction du conducteur. Les caméras montées en périphérie fournissent une vue à 360 degrés autour de la voiture ; ceci s'avère inestimable pour effectuer des manoeuvres dans des espaces exigus, ou pour stationner dans les villes modernes très denses.

Selon la NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration, ou Agence nationale de sécurité routière américaine), les caméras de recul devraient réduire sensiblement le nombre de blessés et de tués sur la route, particulièrement parmi les enfants. Plusieurs centaines de personnes sont tuées chaque année et des milliers sont blessées lorsque des conducteurs reculent et heurtent un piéton qu'ils n'ont pas vu. La grande majorité des victimes sont des enfants, surtout parce que leur petite taille et leurs déplacements imprévisibles les rendent difficiles à voir et à évaluer par le conducteur.

La technologie de rétrovision évolue - les capteurs à ultrasons sont complétés par des flux vidéo, et ces flux vidéo de rétrovision sont eux-mêmes prolongés par des systèmes intelligents capables d'identifier les obstacles potentiels. Dans cet article, Toshiba Electronics Europe (TEE) analyse les grands défis auxquels font face les concepteurs de ces systèmes, et passe en revue certaines des dernières technologies facilitant la nécessaire miniaturisation, et le traitement d'images.

Cahier des charges de rétrovision : Pilotage par la législation

Depuis 2007, il est connu du Congrès américain que les caméras de rétrovision réduisent sensiblement les accidents. En 2014, le NHTSA a défini une règle précise que les constructeurs doivent mettre en application d'ici mai 2018, selon laquelle tous les véhicules de plus de 10.000 livres (4.535 kg) doivent être équipés d'une caméra de recul. En outre, la caméra doit afficher une zone de 10 x 20 pieds (environ 3m x 6m) derrière le véhicule.

L'industrie automobile s'est montrée pro-active en anticipation de cette législation, et un nombre significatif de voitures neuves vendues aujourd'hui sont déjà équipées d'une telle caméra, avant même l'entrée en vigueur de la législation. On prévoit que le taux d'équipement en caméras de recul dans les voitures neuves devrait être de 75% en 2018.

Le défi majeur consiste à détecter et avertir le conducteur de la présence d'obstacles. Ceux-ci sont classables en deux grandes catégories ; la détection d'objets fixes ou statiques, et d'objets mobiles, et leur classification, par exemple en piétons ou cyclistes. Ces deux aspects exigent un traitement intelligent du flux vidéo de la caméra en temps-réel, que le véhicule soit à l'arrêt ou en mouvement.

Clairement, ceci aura une incidence sur le coût du véhicule. Cet impact sera moindre sur les véhicules déjà dotés d'un écran d'info-divertissement bien adapté (environ 40 dollars) ; pour les modèles d'entrée-de-gamme et les petites voitures, une caméra et un écran seront nécessaires, et augmenteront le cout d'environ 140 dollars. Atteindre de tels niveaux de prix impose une pression considérable sur les concepteurs et les fournisseurs de systèmes vidéo pour fournir une solution économique et néanmoins hautes-performances.

À l'avenir, les systèmes les plus basiques devront être conformes à la législation en commutant simplement le flux vidéo de la caméra de recul sur l'écran à bord, dans les deux secondes suivant

l'enclenchement de la marche arrière. Plusieurs implémentations actuelles de caméras de recul sont déjà plus sophistiquées et intègrent un module de traitement qui affiche en superposition des lignes de guidage à l'écran, pour faciliter les manoeuvres et afficher les obstacles, dont la détection est assurée par les capteurs à ultrasons présents.

Le défi ici est d'améliorer l'identification des objets grâce au traitement d'images et d'intégrer ce dernier à l'intérieur même du module caméra. Les nouveaux modules doivent avoir la même taille que les modules caméra actuels et doivent bien sûr être étanches à l'humidité. Ceci augmente considérablement les contraintes pour les fournisseurs de systèmes, puisqu'un compromis doit être arrêté entre puissance de traitement et pertes par dissipation. Il faut tenir compte du fait que les capteurs d'image CMOS présentent typiquement un niveau de bruit accru au delà de 85°C, ce qui non seulement réduit la qualité d'image, mais limite aussi les performances de détection d'objets.

Traitement d'images dédié

Depuis le lancement de son premier processeur de traitement d'images en 2004, Toshiba a développé une ligne de produits dédiée. Celle-ci comprend notamment le TMPV7502, en boîtier LFBGA324 de 11 x 11 mm, qui est principalement destiné aux applications ADAS (Automated Driver Assist System, ou système automatisé d'aide à la conduite) avec un espace disponible restreint.

Le TMPV7502 est un processeur RISC à trois cœurs, doté d'une RAM embarquée et d'un total de cinq accélérateurs matériels, assurant une reconnaissance d'objets très performante, avec une consommation très faible. Le dispositif offre des performances élevées avec une faible dissipation < 1W, grâce à un traitement très parallélisé, plutôt qu'à un traitement série avec une fréquence d'horloge élevée. Associé à l'interface CAN-bus embarquée, le TMPV7502 est utilisé dans les systèmes à simple contrôleur équipant les modules caméra de recul.

Modèle de référence de caméra à module unique

Afin de démontrer les capacités du processeur et de faciliter le travail de conception des utilisateurs, TEE a développé un système de caméra de recul complet sous forme d'un modèle de référence.

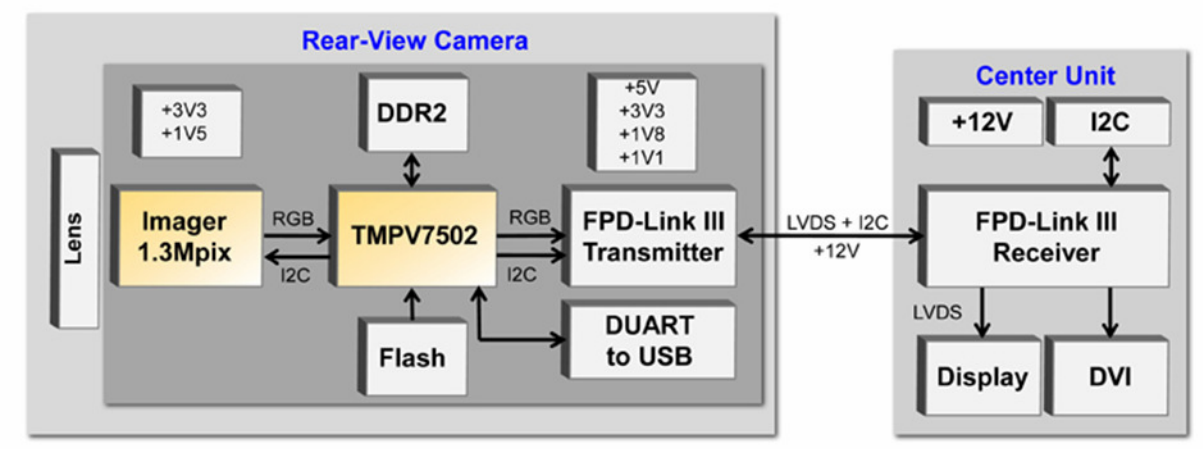


Figure 1 : Schéma fonctionnel du modèle de référence de caméra de recul intelligente

Le système se compose de deux éléments principaux, la caméra de recul proprement dite avec son circuit de traitement, et l'unité de visualisation, qui permet aux concepteurs d'évaluer et de tester le système.

La partie caméra du système de référence est basée sur quatre circuits imprimés souples repliés, occupant très peu de place.





Figure 2a + 2b : Le modèle de référence démontre qu'un capteur CMOS et un processeur de reconnaissance d'images peuvent tenir dans un espace limité

Le modèle de référence est compatible avec les capteurs CMOS de tout un éventail de fabricants, ce qui laisse libres les concepteurs de choisir le module capteur répondant le mieux aux besoins de leur application. L'imageur (capteur d'images) est monté sur la première carte, avec son EEPROM associée. La deuxième carte accueille le processeur principal (TMPV7502) et la mémoire de travail indispensable.

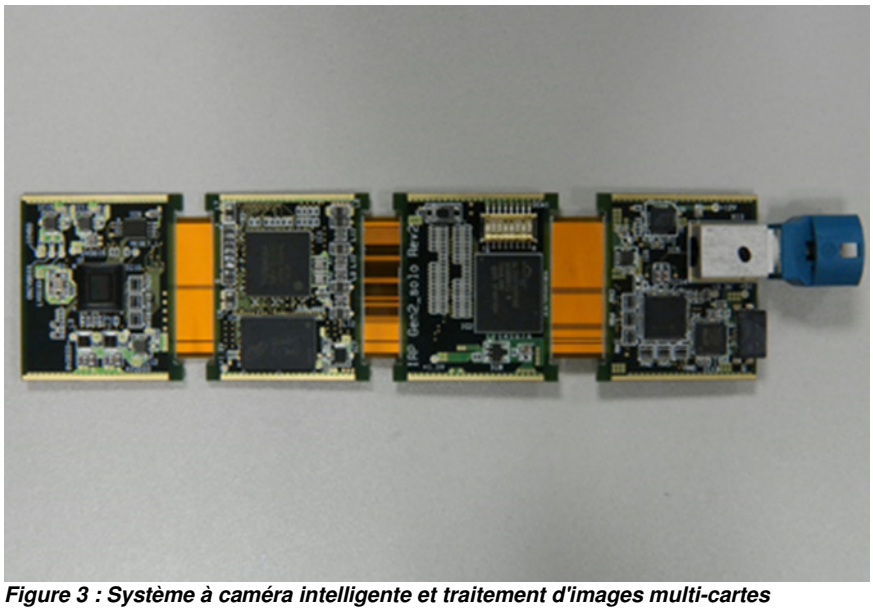


Figure 3 : Système à caméra intelligente et traitement d'images multi-cartes

La troisième carte accueille la mémoire flash et les DIP switchs (commutateurs en boîtier Dual In-line) permettant de définir les options d'amorçage, et un contacteur de réinitialisation manuelle, utile lors de la mise au point du système. La dernière carte assure les communications avec la carte récepteur, par l'intermédiaire d'une interface FPD-link III et d'un connecteur HSD. Cette carte fournit également une interface micro-USB permettant une connexion directe à la caméra pour le développement de logiciel, la surveillance ou le debugging (mise au point).

La deuxième partie du modèle de référence est la carte récepteur double-face. Dans un véhicule de production, cette fonctionnalité serait intégrée au système central d'info-divertissement, mais dans le cas du modèle de référence elle fournit un moyen facile pour développer et évaluer un système de caméra de recul.

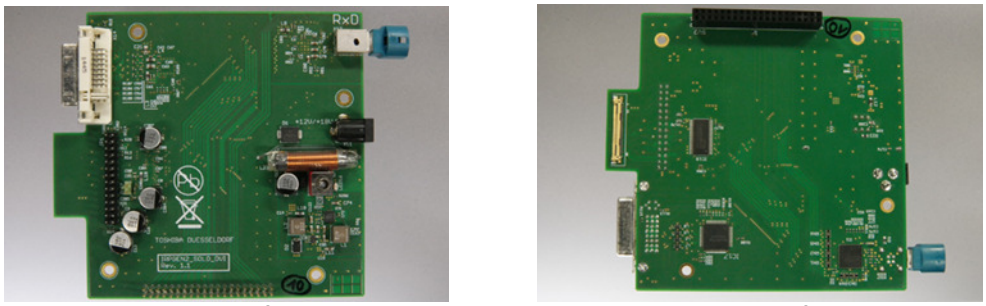


Figure 4a +4b : La carte récepteur dispose de multiples options de connectivité

Spécifiquement, la carte récepteur contient un dé-sérialiseur FPD-link III. Une interface et un frontal LVDS sont présents et permettent de connecter le modèle de référence à d'autres systèmes, pour effectuer d'autres traitements signal ou ajouter des fonctionnalités. Cette carte permet aussi aux ingénieurs de brancher directement un moniteur DVI pour accéder visuellement aux données du processeur d'images.

Traitement d'images, logiciel et étalonnage

Les caméras de recul sont dotées d'objectifs "fish-eye" ("oeil de poisson" ou très grand angle) pour obtenir un champ de vision de plus de 180°, afin de détecter tous les piétons ou objets susceptibles de gêner le véhicule. Cet objectif grand-angle induit des déformations d'image extrêmes, qu'il faut corriger pour obtenir une image agréable et permettre au traitement d'images de fonctionner correctement. L'étalonnage logiciel automatique garantit que tous les objets verticaux soient bien effectivement verticaux.

Le processeur TMPV7502 fait appel à des accélérateurs matériels CoHOG (Co-occurrence Histograms of Oriented Gradients, ou histogrammes de co-occurrence de gradients orientés) Toshiba pour classifier, par exemple, les piétons. D'autres accélérateurs présents sur la puce exécutent des algorithmes de vision pour la détection de contours ou de cercles, afin de définir les les limites de tout obstacle présent. En effectuant ce traitement localement au sein du module caméra, la capacité de traitement du processeur du système d'info-divertissement central est préservée pour d'autres tâches.

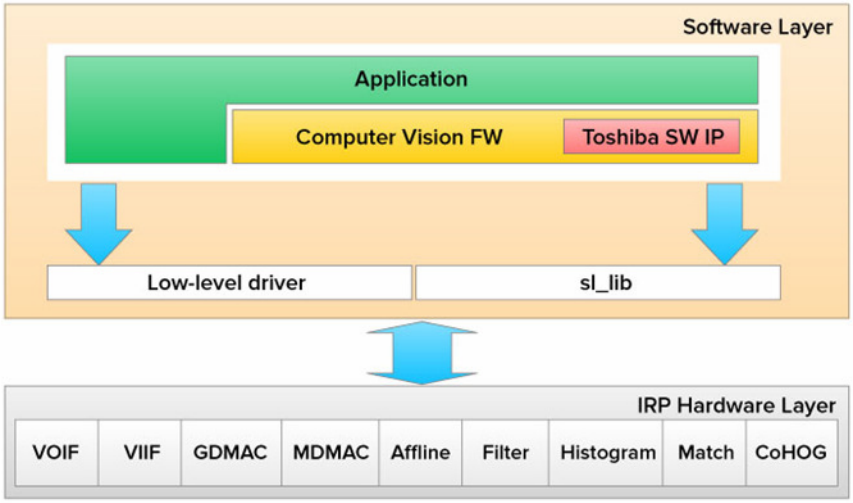


Figure 5 : Structure logicielle du modèle de référence

Dans le kit d'outils du modèle de référence, Toshiba fournit aux concepteurs, à la fois le driver bas-niveau, et sl_lib, qui se connecte aux accélérateurs au sein du processeur TMPV7502. Le middleware (logiciel système intermédiaire) est également fourni. Les clients peuvent ainsi créer facilement leurs propres logiciels d'application spécifiques en s'appuyant sur cette pile.

Résumé

Le kit d'outils du modèle de référence de caméra de recul intelligente Toshiba constitue une étape majeure dans la conception de caméras de recul. Grâce à l'utilisation d'un SoC de traitement d'images de pointe, qui s'appuie sur plusieurs accélérateurs matériels travaillant en parallèle, la puissance nécessaire reste inférieure à 1W, ce permet à l'ensemble de la solution de tenir dans une petite boîtier étanche.

Le système offre une grande souplesse en permettant d'utiliser les imageurs CMOS de nombreux fabricants différents, et fournit tout le code bas-niveau et les outils de mise au point pour permettre aux clients automobile de concevoir rapidement et en toute confiance, et aussi de mettre au point des caméras de recul intelligentes.