Simulateur pour laser scanner

Afin d'augmenter l'efficacité des examens et des approbations de type, mais surtout celle des nombreuses vérifications périodiques, le laboratoire « Trafic » de l'Office fédéral de métrologie (METAS) [1] a développé une toute nouvelle place de mesure dédiée à la mesure des cinémomètres basés sur un senseur laser scanner. Encore aujourd'hui, ces instruments sont testés sur du trafic réel par comparaison avec une référence sur l'autoroute. Avec le nouveau simulateur, il devient possible de générer du trafic selon les besoins, offrant donc un service rapide et de haute qualité aux clients.

Damien Lachat

Avec l'avènement des lasers pulsés et de l'électronique haute fréquence, il est devenu possible de mesurer des distances avec une assez petite incertitude et à une cadence suffisamment élevée afin de permettre d'en extraire la valeur de la vitesse. Le principe est simple : on mesure le temps que met une impulsion infrarouge pour faire l'aller-retour de l'instrument à l'objet. Comme la vitesse de propagation de l'onde dans l'air est connue, on peut en déduire la distance qui est directement proportionnelle à ce temps. Si on répète la mesure sur un objet en déplacement, un changement de la distance sera mesuré, et si la répétition est faite à une cadence connue, il devient possible de calculer la vitesse. (illustration 1).

Tout naturellement, cette technique a été adaptée pour en faire un instrument cinémométrique. À l'époque de l'introduction de cette technique, les avantages par rapport aux radars de type Doppler étaient principalement la connaissance de la distance de l'objet mesuré (utile pour l'attribution de la mesure) et la gamme de distance de mesure (typiquement de 10 m à 1500 m). Ces dernières années, avec l'introduction des radars FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) [2], il est également possible d'avoir accès à la mesure de distance avec des instruments Doppler.

Les lasers scanner

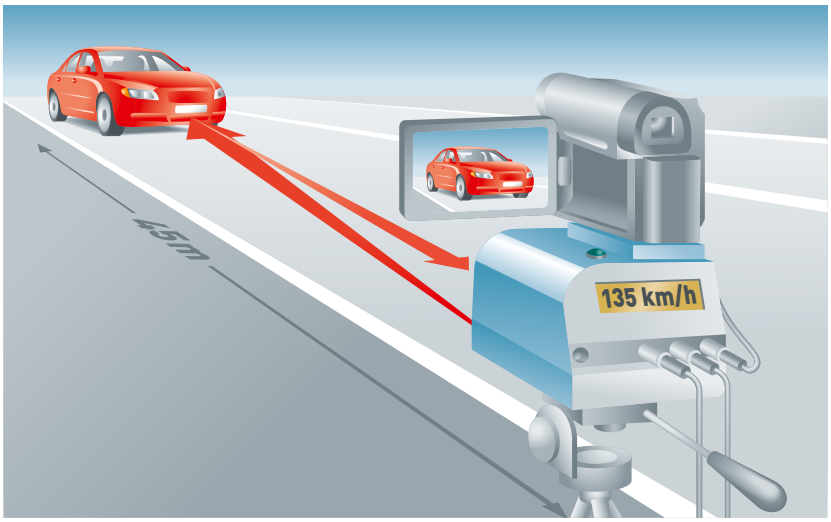
Développés initialement pour des applications de sécurité ou de mesure de forme, les senseurs laser scanners permettent d'avoir une vue à 180 degrés sur un plan (horizontal dans notre cas). L'idée de la mesure de vitesse avec cet instrument découle d'un projet de l'École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ) repris par une entreprise pour une intégration dans un système cinémométrique complet et commercialisable.

Contrairement aux autres modèles de cinémomètre laser qui ont en faisceau étroit (de quelques mrad à quelques degrés), une vue sur un demi-tour permet la surveillance de plusieurs voies simultanément ou de carrefours entiers (illustration 2). De plus, ce type d'instrument permet de voir le contour des objets ainsi que de suivre leur mouvement.

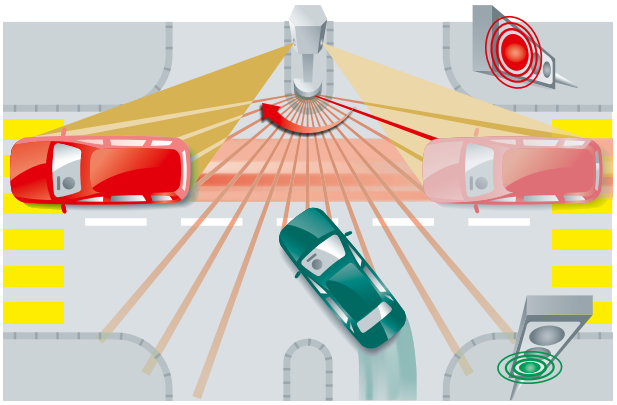
Principe de l'instrument et intégration de la simulation

Le cinémomètre peut être schématiquement divisé en trois parties (illustration 3 en vert) :

- Le laser scanner donne les informations de distance et d'angle des objets dans son champ de vision (de l'ordre de grandeur d'un rayon de 80 m);
- L'unité de contrôle contient les algorithmes pour le suivi et le calcul de la vitesse des objets. Il génère également les informations pour les prises de photo;



1 Parcourt du rayon laser.



2 Surveillance vitesse et feux rouges d'un carrefour par un laser scanner.

- L'unité de documentation commande les appareils photos, rassemble les informations de limites de vitesse et les informations concernant les éventuels feux rouges.

Le simulateur développé à METAS va se placer entre le laser scanner et l'unité de vitesse (Scanner Controller Unit, illustration 3).

La première étape du test permet de caractériser le laser ainsi que l'électronique du scanner. Les informations telles que puissance, divergence, jitter, résolution ou stabilité seront transmises au simulateur afin d'y intégrer ces incertitudes.

La deuxième phase est le simulateur proprement dit qui va envoyer les informations pour l'unité de vitesse en créant un scanner «virtuel». Il devient donc possible de générer des véhicules en contrôlant précisément leurs dimensions, leur vitesse, leur accélération et leur trajectoire. De plus, des perturbations peuvent être ajoutées pour coller au plus près de la réalité ou afin de tester les limites du système. Un feedback complète le système afin de le rendre entièrement automatique.

Il est ainsi possible d'effectuer différentes mesures comme la linéarité sur toute la gamme de mesures (typiquement 0 ... 300 km/h), la mesure de déviation moyenne et écart-type avec du trafic dynamique ainsi que de tester les limites au niveau des accélérations et freinages.

L'implémentation de la simulation

Les contraintes se sont avérées nombreuses lors de la création d'un scanner « virtuel », dont les principales étaient dues au flot d'informations à générer en continu et au timing, mais également aux différents modes d'utilisation possibles. Le simulateur se base sur un FPGA temps-réel de National Instruments [3] contenu dans un système Compact-RIO (cRIO).

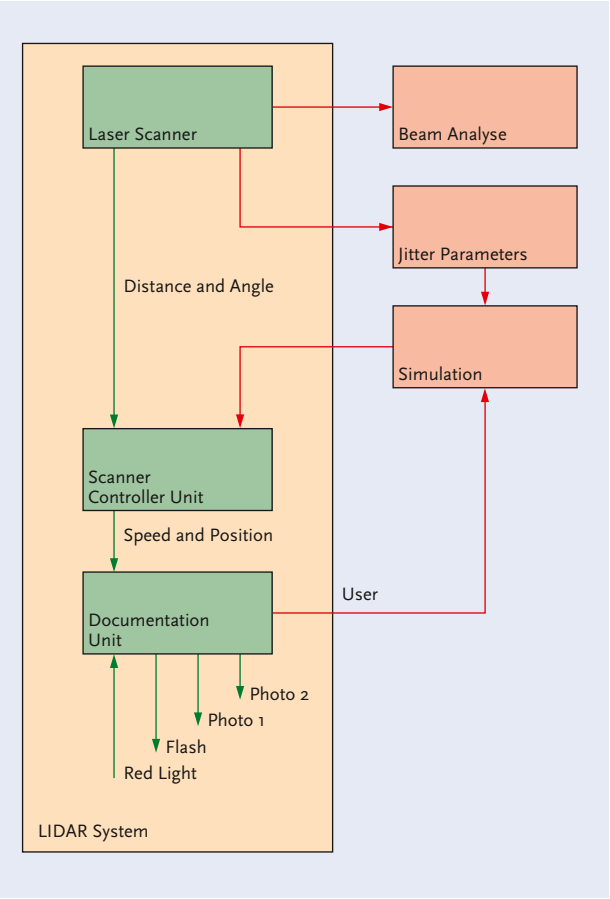
Pour des raisons de complexité de l'algorithme, ainsi que du grand nombre d'informations à calculer, c'est un PC annexe (Host PC, illustration 4) qui effectue tous les calculs. Il sera également possible de le commander par le programme d'automatisation des vérifications du laboratoire *Trafic,* lui-même relié à la base de données centrale de METAS.

Une liaison gigabits *Ethernet* permet de transmettre les informations calculées à la cible temps-réel (Real Time Target, illustration 4) qui se charge de les transmettre au cinémomètre via les processus tournant dans la FPGA et les entrées/sorties. Un module spécial a par ailleurs été développé afin d'assurer la compatibilité de l'interface hardware.

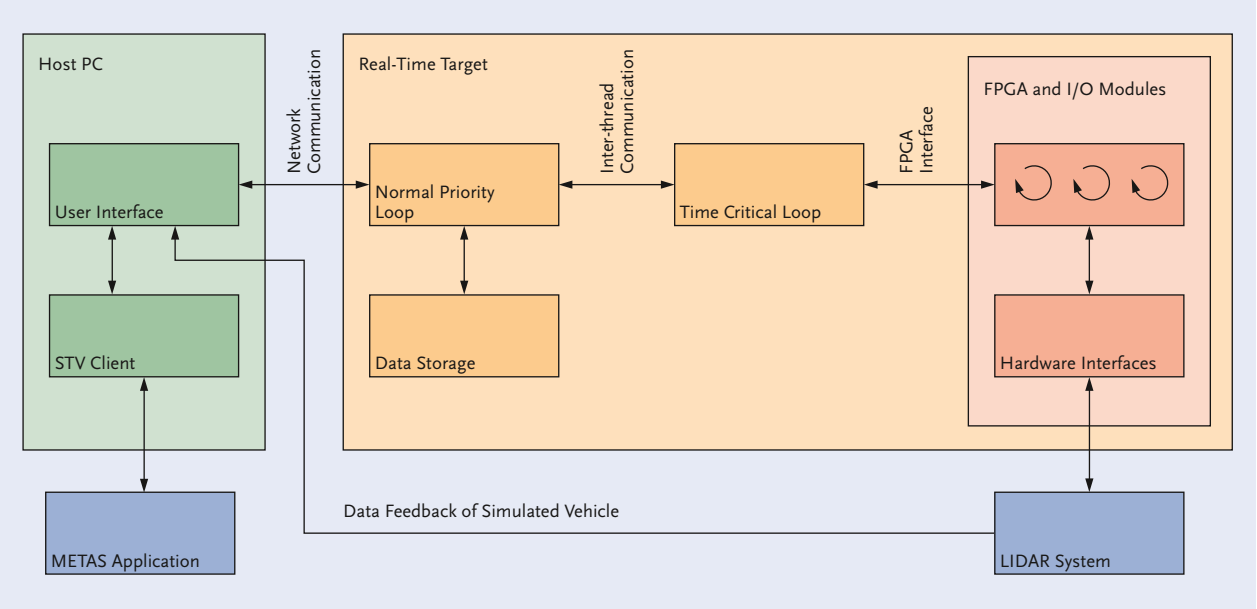
L'automatisation complète de la mesure est assurée par la lecture des informations délivrées par le cinémomètre (Data Feedback, illustration 4).

Les possibilités de simulation

La simulation permet donc de générer un véhicule avec une certaine longueur et largeur, qui roule à une certaine distance du scanner avec une vitesse et accélération données. Comme dans la réalité, une «image de fond» est ajoutée pour simuler une glissière de sécurité ou un mur se trouvant en face de l'instrument. Du bruit de mesure est enfin ajouté en concordance avec les mesures effectuées sur le laser scanner lui-même lors de la première phase de test. Une future version permettra également la simulation de plusieurs véhicules simultanément avec différentes trajectoires.



3 Représentation schématique du cinémomètre et intégration du simulateur (en rouge).



4 Schéma bloc du simulateur.

Pour tester les processus de surveillance et les alarmes de l'instrument, il est également possible de modifier des paramètres comme la vitesse de rotation du miroir du scanner ou la perte de frame lors de la transmission.

Le caractère modulaire de la programmation permet d'utiliser les instruments de différents fabricants – actuellement deux systèmes sont homologués en Suisse [4] – en adaptant seulement les paramètres du scanner et en ajoutant un driver de lecture pour le feedback.

Présent et avenir

Le caractère unique au monde de ce simulateur permet au laboratoire *Trafic* de METAS de conforter sa place de leader dans le domaine du contrôle des instruments de mesure de vitesse. Grâce aux fonctions et possibilités offertes ainsi qu'à la rapidité et à la simplicité de mise en œuvre il s'agit d'un atout important pour aider les fabricants, qui leur offre un banc de test efficace.

5 Place de mesure laser scanner ainsi que l'unité de documentation.

Au niveau international, des partenariats ont été conclus ou sont en discussion pour que METAS s'occupe de la partie des mesures de vitesse lors des approbations de type ou pour les vérifications périodiques. Tout ceci afin d'assurer *in-fine* des mesures fiables des infractions lors de l'utilisation des instruments cinémomètres lasers scanners dans le domaine légal.

Références

[1] www.metas.ch/verkehr.
[2] Eric Chatagny, Walter Fasel : Contrôle de radars routiers modulés en fréquence en conditions réalistes de trafic, METInfo, Vol. 16, N°. 1, pp. 4–10, 2009.
[3] www.ni.com.
[4] Traffic Observer de CES AG, 8600 Dübendorf (www.cesag.com) ainsi que le TraffiStar S550 de Multanova AG, 8613 Uster 3 (www.multanova.ch).