

Laser Tracker par Bob Bridges, Ph.D.

De nombreuses industries telles que l'automobile et l'aéronautique doivent effectuer des mesures tridimensionnelles précises d'objets volumineux. La méthode de plus en plus utilisée pour cette opération consiste à utiliser un laser tracker (appelé aussi laser de poursuite), système ayant vu le jour à la fin des années 1980. Comme son nom l'indique, le laser tracker mesure des coordonnées 3D en suivant un faisceau émis vers une cible rétro réfléchissante maintenue en contact avec l'objet en question. Certains lasers tracker peuvent mesurer les caractéristiques d'un objet de très près et jusqu'à une distance de 80 mètres. Certains sont dotés d'une précision typique sur point unique d'environ 25 microns à une distance de plusieurs mètres. Ces appareils relèvent les coordonnées à très haute vitesse et ne nécessitent qu'un seul opérateur. Ils offrent des solutions de mesure de coordonnées améliorées et facilitent l'essor de méthodes de production totalement inédites.

Les instruments de mesure tridimensionnelle en compétition

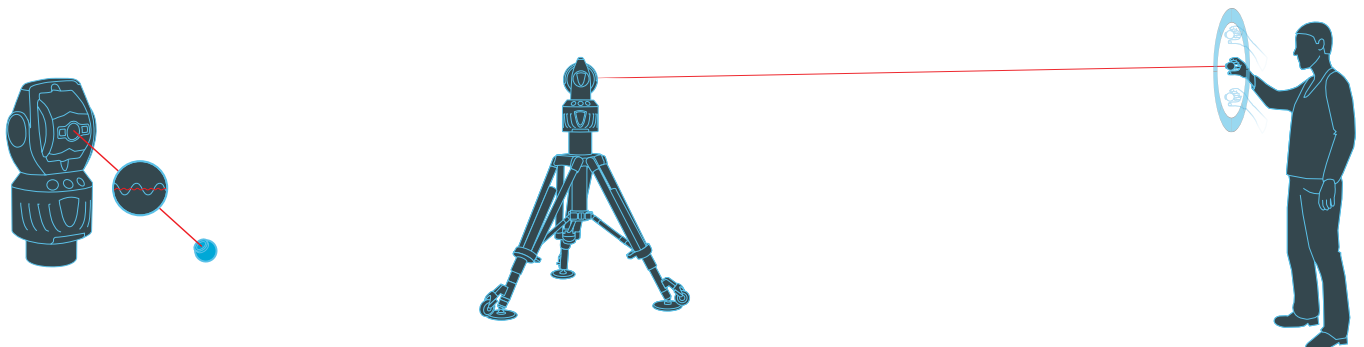
Aujourd'hui, de nombreux instruments permettent la mesure de coordonnées. Chaque outil convient à certaines applications. Les machines à mesurer tridimensionnelles fixes traditionnelles effectuent une série de mesures rapides, efficaces et précises, mais elles sont statiques, leur plage de mesure est limitée et leur coût dans des applications à grande échelle est important. Cependant, elles sont très appréciées pour la mesure de composants de production de petite à moyenne taille (jusqu'à un mètre) nécessitant rapidité et précision.

Pour les pièces moyennes et larges, les MMT portatives sont mieux adaptées. Jusqu'à l'apparition des lasers de poursuite, la mesure tridimensionnelle dynamique était uniquement effectuée à l'aide de théodolites, de stations totales (théodolites équipés de systèmes de mesure électronique de distance), de MMT à bras articulé et de systèmes de photogrammétrie. Grâce à leur haute précision, leur rapidité et leur facilité d'utilisation, les lasers de poursuite ont remplacé bon nombre de ces anciens systèmes.

Fonctionnement du laser tracker

Le fonctionnement du laser tracker est facile à comprendre : il mesure deux angles et une distance. L'appareil envoie un faisceau laser vers une cible rétro réfléchissante maintenue contre l'objet à mesurer. La lumière est réfléchi par la cible, effectue le même chemin en sens inverse pour pénétrer dans le laser à son point de départ. Il existe plusieurs cibles rétro réfléchissantes, mais le rétro réflecteur monté sur sphère (SMR) est le plus communément utilisé. Lorsque la lumière pénètre à nouveau dans le laser, une partie du rayon atteint un dispositif de mesure de distance qui mesure la distance du laser au SMR. Ce dispositif peut être soit un interféromètre, soit un appareil de mesure de distance absolue (ADM).

Un laser de poursuite contient deux encodeurs angulaires. Ces dispositifs mesurent l'orientation angulaire des deux axes mécaniques : l'axe de l'azimut et l'axe d'élévation (ou zénith). Les angles relevés avec les encodeurs et la distance mesurée par le dispositif ADM suffisent à localiser précisément le centre du SMR. Le centre du SMR se trouvant toujours à la même distance de décalage par rapport à une surface mesurée, on obtient les coordonnées des surfaces ou les points mesurés à l'aide du SMR sans difficulté. La mesure de distance, fonction importante du laser tracker, peut être soit incrémentale, soit absolue. La mesure de distance incrémentale est réalisée à l'aide d'un interféromètre et d'un laser constitué d'hélium et de néon à fréquence stabilisée. La lumière du laser se partage en deux rayons. L'un termine son parcours directement dans l'interféromètre tandis que l'autre quitte le laser de poursuite, se reflète sur le SMR et pénètre au retour dans l'interféromètre. A l'intérieur de l'interféromètre, les deux faisceaux laser se rencontrent, ce qui provoque un changement cyclique à chaque fois que le SMR se rapproche ou s'éloigne du laser tracker, changement d'une distance égale à un quart de la longueur d'ondes de la lumière (environ 0,0158 microns). Le circuit électronique comptabilise les changements cycliques (appelés « nombre de franges ») pour déterminer la distance parcourue.



Dans une séquence de mesure typique, l'opérateur place le SMR dans sa position de départ et réinitialise l'interféromètre à la distance initiale connue. Alors que l'opérateur déplace le SMR dans la position désirée, le laser balaye la surface tout en restant fixé au centre du SMR. Cette procédure fonctionne très bien à condition que le faisceau du laser de poursuite dirigé vers le SMR ne soit pas interrompu par un obstacle sur son parcours. Dans le cas contraire, le nombre de calculs est erroné et la distance reste inconnue. Dans ce cas, le laser signale qu'une erreur s'est produite. L'opérateur doit alors ramener le SMR à un point de référence (en position initiale, par exemple).

La fonction de mesure absolue de la distance existe depuis longtemps. Cependant, au cours des dix dernières années, les systèmes ADM ont connu une évolution considérable, ce qui leur a permis d'offrir une précision comparable à celle des interféromètres. L'avantage de la mesure ADM par rapport à la mesure de distance incrémentale est la capacité d'orienter le faisceau vers la cible et de tirer. Le système ADM mesure automatiquement la distance jusqu'à la cible, même si le faisceau a été coupé. Avec un laser tracker ADM, une lumière infrarouge émise par un semi-conducteur laser est réfléchie sur un SMR et retourne dans le laser où elle est ensuite convertie en signal électrique. Le circuit électrique analyse le signal afin de déterminer son temps de vol, multipliant cette valeur par la vitesse de la lumière dans l'air pour déterminer la distance entre le laser et le SMR.

La mesure de distance absolue est apparue initialement dans les lasers de poursuite au milieu des années 1990. A cette époque, les systèmes ADM mesuraient trop lentement pour permettre de scanner des surfaces. Pour cette raison, tous les lasers de poursuite de la première génération étaient dotés soit d'un interféromètre seul, soit d'un interféromètre et d'un ADM. Aujourd'hui, certains appareils de mesure de distance absolue permettent une mesure ultrarapide avec une perte de précision négligeable. Par conséquent, certains lasers de poursuite modernes sont uniquement dotés d'un dispositif ADM sans interféromètre.

Le laser tracker permet par ailleurs d'orienter et de contrôler le faisceau. Un type d'appareil émet le rayon laser directement à partir de sa structure rotative alors qu'un autre réfléchit le rayon laser sur un miroir rotatif. Dans les deux cas, le laser de poursuite oriente le faisceau dans la bonne direction en faisant tourner les axes mécaniques. Dans de nombreuses applications, le laser maintient le faisceau centré sur un SMR qui se déplace rapidement. Pour y parvenir, il partage le faisceau de retour et en dirige une partie vers un détecteur de position (PSD). Si le faisceau laser atteint le SMR hors de son centre, le faisceau partagé atteint le PSD hors de son centre, générant un signal d'erreur. Ce signal contrôle la rotation des axes mécaniques pour maintenir le centrage du faisceau sur le SMR.

Mesure de coordonnées à l'aide du laser tracker

Les lasers de poursuite relèvent des coordonnées tridimensionnelles pouvant être adaptées, à l'aide d'un logiciel, à des entités géométriques telles que des points, des plans, des sphères et des cylindres. Les données sont généralement affichées dans un système de coordonnées local associé aux caractéristiques d'un objet. La surface plane d'un objet, par exemple, peut représenter le plan x, y. Dans un autre cas, le système de coordonnées local peut être établi par des caractéristiques représentant des points ou des lignes. Les points peuvent être représentés par des trous de positionnement dans lesquels des supports de cible sont insérés. Il est quelquefois nécessaire d'orienter le laser vers un deuxième emplacement afin de mesurer toutes les caractéristiques pertinentes d'un objet. Pour réaliser facilement cette opération, il suffit de positionner trois supports SMR ou plus, sur ou à côté de l'objet. Le laser mesure les coordonnées du SMR dans chaque support avant et après son déplacement. Les données recueillies après le déplacement sont automatiquement converties dans le système local de coordonnées par le logiciel du laser. Plusieurs accessoires optimisent la capacité du laser tracker. Une télécommande permet à l'opérateur d'effectuer des mesures à l'aide d'un laser en évitant toute allée et venue vers l'ordinateur. Des accessoires cibles permettent d'accélérer les mesures complexes. Des détecteurs de température de l'air compensent les fluctuations de température de l'environnement et des détecteurs de température du matériel permettent de compenser l'expansion thermique des objets mesurés. Un inclinomètre (niveau) mesure l'orientation du laser par rapport à la gravité.

Le laser tracker dans les environnements de production

Les lasers de poursuite sont utilisés dans toutes les phases de production : pour l'inspection des grosses fraiseuses et des pièces

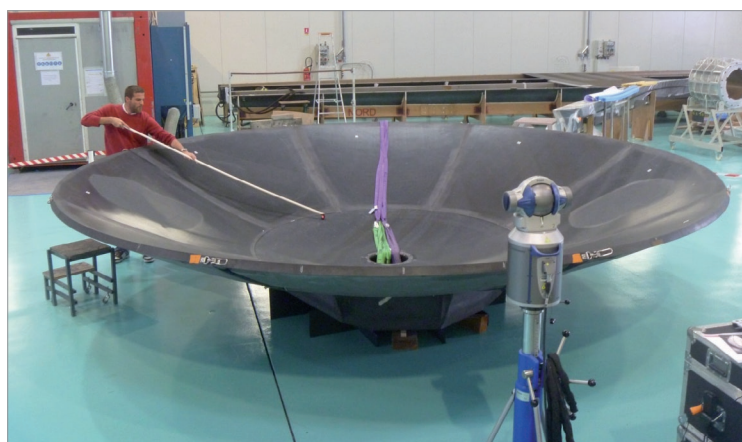


qu'elles produisent, pour la construction et l'inspection périodique d'outils de production et de nombreuses autres opérations. Le laser vérifie la précision d'une fraiseuse qui exécute des mouvements arbitraires en mesurant la position d'un SMR fixé à la bague de la fraiseuse. Les pièces produites par la fraiseuse sont également inspectées par le laser avant ou après leur production. Les outils de production sont également désignés par les termes « outils de montage » et « gabarits ». Il existe par exemple des outils d'assemblage du produit définitif et des outils de formage pour les pièces métalliques. Le laser de poursuite facilite la construction d'un outil de production en localisant des éléments d'alignement tels que trous, pointes et bordures. Il permet ensuite d'inspecter régulièrement les dimensions de l'outil, ses contours et ses caractéristiques.

Un laser doté de la fonction ADM peut effectuer des mesures de type « point and shoot », à savoir automatique, pour contrôler la position relative de grands composants assemblés. Pour ce faire, il mesure les positions de multiples rétrorélecteurs cibles de petite taille montés sur les composants.

La création et l'inspection d'emporte-pièce dans l'industrie automobile sont des exemples spécifiques de l'utilisation d'un laser de poursuite. Les concepteurs créent tout d'abord un modèle d'automobile en argile. Le laser numérise la surface du modèle et un ordinateur convertit le nuage de points en une surface lisse. A partir de ces données, un emporte-pièce est fraisé et ensuite modifié de façon à produire la pièce désirée. Au cours de ce processus, le laser mesure l'emporte-pièce ainsi que la pièce estampée. Le contrôle direct des dispositifs mécaniques tels que les fraiseuses est un nouveau champ d'application des lasers de poursuite dans le domaine de la production. En contrôlant le mouvement de ces machines, le laser permet de garantir que les pièces finales produites sont conformes aux spécifications, ce qui accélère le processus de production, réduit le gaspillage et élimine les tests redondants. Les lasers tracker peuvent également servir à autre chose qu'à des applications de production, à savoir à l'alignement et à la fabrication de structures à grande échelle telles que les générateurs de turbines électriques et des accélérateurs de particules.

Leur précision et leur rapidité les distinguent des autres outils de mesure tridimensionnelle. Parce qu'un opérateur peut effectuer des mesures rapides avec un minimum de préparation, les lasers tracker font partie des instruments de mesure tridimensionnelle les plus polyvalents. Le logiciel du laser analyse les données et présente les résultats sous une forme exploitable. Les lasers gagnent sans cesse en popularité, surtout pour la production à grande échelle où ils ont été utilisés à chaque stade du processus de production.



WWW.FARO.COM

FARO

FARO France
13, rue de la Perdrix
BP 65110
95975 Roissy CDG Cedex
France

☎ +33 (0)1 73 31 32 10
✉ +33 (0)1 73 31 32 40
france@faroEurope.
N° gratuit 00800 32 76 72 53

WWW.FARO.COM