

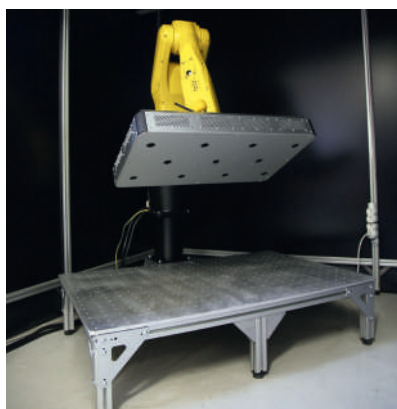
AVIS D'EXPERTS

L'intelligence artificielle pour la magnétoscopie et le ressuage

Comment effectuer des contrôles en magnétoscopie ou ressuage dans une ligne de production automatisée ? Comment améliorer le PoD et le confort des contrôleurs ? Un programme ANR a permis de développer une gamme de machines (*hardware + software*) utilisant l'IA pour concilier confort, performance et automatisation.

Parades (Projet d'automatisation de reconnaissance et d'analyse de défauts surfaciques) est un projet France-Relance mené depuis septembre 2022 par la société spécialisée en équipements de contrôles non destructifs CMPHy et le laboratoire de recherche en Vision et IA ImVIA et auquel des partenaires industriels actifs au sein de la Cofrend ont pris part (EDF, SafeMetal, SNCF, Cameron, etc.).

D'une durée totale de 2 ans, ce projet a d'ores et déjà permis de développer deux versions d'une machine industrielle de détection et mesure de défauts



automatisés par IA pour la magnétoscopie. La version ressuage est en cours

d'industrialisation. Une version miniaturisée spécifique pour contrôle de tuyauterie est en cours d'étude.

Le confort des contrôleurs au service de la performance de détection

Basé sur un système de vision autonome (fixe ou monté sur robot ou rail), le système Parades permet un contrôle de pièce déporté (contrôleur à l'extérieur de la cabine de contrôle), automatique, ainsi qu'une validation a posteriori de la sanction par le contrôleur.

De plus, la machine permet d'historiser et de hiérarchiser l'ensemble des

DIR2025

10th International Symposium on Digital Industrial Radiology and Computed Tomography

July 1st to 3rd, 2025 Paris, France

COFREND
Confédération Française pour les Essais Non Destructifs

cea list
dgzfp

SPONSORS

ACTEMIUM
Non Destructive Testing
Products & Systems

KOWOTEST
SUPPLIERS OF EQUIPMENT FOR INSPECTION

MITOS

PHOTONIS
EXOSSENS GROUP

PXR
PROCON X-RAY

RX SOLUTIONS

TELEDYNE ICM
Everywhereyoulook™

X-RAY WorX
Superior Microfocus Technology

contrôles (images, détections, horodatage, mesures de longueur, etc.) dans une base de données locale ou distante et interrogeable à tout moment.

Une fois installée dans la cabine de contrôle et connectée à un écran déporté, la machine Parades permet au contrôleur d'acquérir et de valider/ajuster si besoin, les détections réalisées automatiquement par Parades.

Une version « grandes pièces » (800 mm X 1200 mm en 4 prises de vue) appelée Parades-Maxi a été développée ainsi qu'une version mini, portable, dédiée à des pièces plus petites ou à une inspection de pièces complexes.

Un hardware complet et modulaire

Le hardware de Parades est constitué :

- d'un système d'éclairage UV 365nm à 1500uW/cm2 (conforme ASTM-E3022 et RRES-90061) ;
- d'une caméra très haute définition (50um de résolution)
- d'un capteur de profondeur pour la mesure de longueur
- d'une unité de calcul avec accélération GPU pour l'intelligence artificielle.



L'ensemble formé est autonome et ne requiert qu'un câble d'alimentation 230 V~ pour fonctionner. L'accès à la machine peut se faire en ajoutant un écran, clavier/souris ou en se connectant avec un ordinateur externe (wifi/Ethernet). Cet ensemble matériel modulaire peut être adapté à façon pour un besoin client spécifique. Par exemple, le plafonnier UV est dimensionné avec un logiciel de simulation d'éclairage spécifiquement développé pour ce projet.

Software : l'IA au service de l'humain

Le logiciel implanté dans l'ordinateur IA embarqué dans la machine Parades



est basé sur une intelligence artificielle (réseau de *Deep Learning*) spécifiquement entraînée pour la magnétoscopie et le ressuage. Ces modèles génériques (dits « de fondation ») sont directement utilisables pour une application cliente, et peuvent être spécialisés si besoin pour une application spécifique en ré-entraînant le réseau avec uniquement les pièces de l'application visée. Cela afin d'obtenir un PoD proche de 100 %.

Base de données de défauts

Afin d'entraîner le réseau de neurones de détection de défauts, un ensemble d'images (dataset) de pièces industrielles de tous types, avec défauts, a été acquis avec la machine Parades. Les défauts ont été annotés et validés par des contrôleurs. Au total et à ce stade du projet, le dataset est constitué d'environ 300 clichés, ce qui représente à peu près 1000 défauts de tous types.

Ce dataset a permis d'obtenir un modèle de détection de défauts génériques, utilisable directement par les clients sur des pièces usinées, de fonderies, forgées, etc. Cela avec un PoD de 91 %.

Pour un taux supérieur, nous proposons aux clients de spécialiser ce modèle de détection avec leur cas d'application. Pour cela, des images seront acquises par Parades, sur site client, avec des pièces clients contenant des défauts.

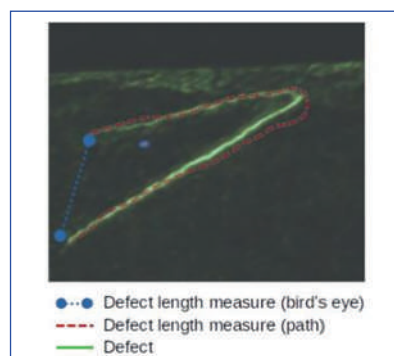


Figure 1: Cliché obtenu en magnétoscopie.

Le modèle de base sera ré-entraîné afin d'obtenir un modèle spécifique à l'application avec un meilleur PoD.

De plus, lors de l'utilisation de Parades en phase de production, les images validées par les contrôleurs peuvent être utilisées au fur et à mesure pour entraîner en continu et améliorer le modèle de détection via un processus dit d'*active learning*.

Détection des défauts par IA

Sur l'image acquise par Parades, les défauts supérieurs à 2 mm sur la totalité du champ de vue de 600 x 400 mm sont détectés avec un PoD de 91 %. Ces détections sont encadrées et affichées au contrôleur sur l'écran. Celui-ci peut ajuster la détection faite automatiquement si, par exemple, un faux positif ou un faux négatif apparaît.

Mesure de longueur des défauts

Parades permet de dimensionner automatiquement les défauts, quelle que soit la distance de la pièce à la caméra grâce à une mesure de la profondeur en tous points de l'image. Cet outil est, de plus, insensible à la forme de la pièce grâce à un capteur de profondeur qui permet de calculer la taille des pixels sur l'image afin de mesurer la longueur exacte des défauts. L'erreur de mesure exprimée en tant que moyenne absolue des erreurs a été quantifiée à 0,93 mm.

Le contrôleur a la possibilité d'utiliser une assistance pour mesurer un défaut manuellement en dessinant sur l'image acquise par Parades. À l'instar du logiciel MS Paint, le contrôleur dessine sur le défaut qu'il souhaite mesurer, la longueur est ensuite calculée au choix, soit en ligne droite, soit en longueur cumulée. ●

CMPhy

EN LIGNE



La suite en ligne ! Pour lire la suite de l'article, rendez-vous sur le site

www.controles-essais-mesures.fr, dans sa rubrique avis d'experts