



FactoryLab

CATALOGUE PROJETS

La communauté pour
l'industrie du futur

Octobre 2024



Construisons ensemble l'industrie de demain !

FactoryLab est un consortium industriel et académique qui intègre des solutions technologiques dans des délais très courts et réalise des démonstrateurs préindustriels en réponse aux enjeux de transformation de ses membres. Ce consortium facilite l'adoption et le déploiement rapide sur le marché de ces nouvelles solutions.

Lieu de fertilisation croisée inter-filières, FactoryLab est un modèle ingénieux d'échange et de mutualisation de ressources qui offre à ses membres, industriels utilisateurs finaux, intégrateurs ou fournisseurs de technologies, un véritable effet de levier en matière de création de valeur.

➡ factorylab.fr



Instituts



Techno-Providers



End-Users





L'INNOVATION INDUSTRIELLE AU CŒUR DE NOS EXPERTISES

De la maintenance prédictive à la réalité mixte en passant par l'instrumentation IoT, l'optimisation d'ordonnancement sous contraintes ou le suivi et simulation temps réel de facteurs clés liés à la sécurité des personnes, la performance industrielle, l'adaptation des rythmes et outils, parcourez les technologies mises en œuvre à travers nos projets dans ce catalogue.

Thème 1

Usine durable

- Empreinte carbone
- Efficacité énergétique
- Economie circulaire

Thème 2

Assistance physique à l'opérateur

- Guidage semi-automatique
- Robotique collaborative
- Exosquelettes

Thème 3

Contrôles avancés

- Contrôle des pièces et des procédés
- Automatisation et digitalisation des contrôles en flux de production

Thème 4

Usine numérique centrée opérateur

- Supervision et pilotage de l'adaptabilité
- Aide cognitive à l'opérateur
- Efficience opérationnelle
- RA/RV, interfaces portées, facteurs humains

THEME 1

Usine durable

 **OPTIM ENERGIE**

Suivre, comprendre, optimiser et piloter la consommation énergétique du système manufacturier

 **DONNÉES CO2**

Benchmark des méthodes de calcul et bases de données CO2 procédés

 **SMARTSTANDBY**

L'intelligence de mises en veille ou arrêts machine pour une sobriété énergétique en production.

OPTIM ENERGIE

Projet terminé en 2022

Suivre, comprendre, optimiser et piloter la consommation énergétique du système manufacturier



THEME 1 :
[Usine Durable](#)

Chef de projet :
Jerome Ribeyron

Mots clés :

Energie, Optimisation, Production, Consommation, Planification, Economie, Modélisation, Simulation

Les enjeux

En vue de réduire l'empreinte carbone et les coûts associés à la consommation énergétique des outils de production, les enjeux du projet OptimEnergie sont les suivants :

- Collecter et mesurer la donnée énergétique de manière fiable et sécurisée, et à moindre coût.
- Mesurer les drivers de la consommation énergétique.
- Emettre des recommandations pour optimiser la consommation énergétique en fonction de l'activité industrielle

Le contexte

Les sites de production des Industriels participants au projet présentent une grande diversité en termes de maturité de la maîtrise énergétique : mesures différenciées de la consommation par ateliers, procédés ou machines, historiques sur plusieurs mois ou plusieurs années, bonnes pratiques, outil de planification de la production, jumeau numérique de tout ou partie de l'outil productif. Le projet OptimEnergie s'est centré sur les sites Naval Group de Lorient et Safran Landing Systems à Bidos qui présentent des caractéristiques complémentaires.

Les innovations

La méthodologie mise en œuvre comprend plusieurs étapes adaptées en fonction des objectifs et du niveau de maturité de l'entreprise. Dans sa version la plus complète, une campagne de mesures débouche sur une phase d'analyse qui

identifie les facteurs d'influence; cette base permet de modéliser, puis de simuler les consommations des procédés, conduisant à optimiser la planification de la production. L'ensemble du travail s'appuie sur une suite logicielle outillée, qui gère en particulier des tableaux de bord, permettant aux opérateurs de visualiser les données et tester différentes hypothèses.

Les impacts

Le projet OptimEnergie a d'abord permis aux partenaires utilisateurs finaux d'améliorer l'efficacité énergétique des ateliers pilotes (15 à 30%) et d'évaluer la rentabilité des actions futures. Pour chaque site, la méthodologie développée permet d'évaluer son niveau de maturité, puis de définir les premières étapes à mettre en place et les données nécessaires pour les atteindre. La suite logicielle qui supporte ce processus demande à être adaptée à chaque cas particulier.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



Projet en lien

[SmartStandBy](#)
[DetectAir](#)

Découvrir la solution



DONNÉES CO2

Projet terminé en 2023

Benchmark des méthodes de calcul et bases de données CO2 procédés

BATCH 11 / THÈME 1

PROJET DONNÉES CO2

Objectif : Réaliser un état de l'art des méthodes de calcul et des bases de données CO2 des procédés de fabrication identifiés par les End-Users

Procédés\BDD	Ecolinvent 3.8	Sphera 2021.2
Usinage	x (+ de 150)	x (15)
Rectification		x (1)
Forge	x (+ de 80)	x (1)
Peinture		x (+ de 37)
Soudage	x (10)	x (12)
Traitement de surface	x (+ de 10)	x (+ de 10)
Traitement thermique		
Pilotage de cellules automatisées		
Assemblage électronique	x (15)	

Ce qu'il faut retenir :

- BDD sont + ou - complètes selon les procédés
- Inventaire de cycle de vie parfois vieillissants (+ de 20 ans)
- MAJ régulières des BDD
- **Attention au périmètre** pris en compte ! Ne pas mixer les données de Sphera et Ecolinvent dans une même ACV !
- La Base Impacts (de l'ADEME) n'est pas pertinente pour les procédés sélectionnés
- Les données environnementales des BDD ne sont **pas toujours représentatives de la réalité** du terrain et de la géométrie des pièces mise en forme

Capitalisation pour EnvProdScore

- Identification des flux importants à considérer (voir synoptique)
- Contacts établis avec les équipes des End-Users et identification des besoins

Exemple de synoptique :

THEME 1 :
Usine Durable

Chef de projet :
Morgane Berthault

Mots clés :
Impact environnemental, Bases de données environnementales, Procédés

Les enjeux

Les industriels sont de plus en plus incités à adopter une approche vertueuse en matière de développement durable. L'évaluation de l'empreinte carbone, tant au niveau des sites de production que des produits finis, constitue un levier essentiel pour optimiser les performances environnementales des entreprises.

Le contexte

Les principales attentes des industriels participants au projet sont de pouvoir identifier les données CO2 fiables, robustes et représentatives des procédés mis en œuvre dans leurs entreprises respectives. L'objectif étant de pouvoir renseigner de façon plus précise l'évaluation de l'empreinte carbone de leurs sites, et de pouvoir intégrer ces données dans la phase de fabrication de leurs produits.

Les innovations

Réalisation d'un état de l'art des méthodes de calculs et des bases de données CO2 des procédés de fabrication. Réalisation d'une analyse critique des données présentes dans les bases de données environnementales selon différents paramètres tels que le périmètre de la donnée, l'accessibilité (payante/gratuite) de la BDD ou encore la qualité de la donnée.

Les impacts

Les bases de données environnementales ne sont pas suffisamment complètes et représentatives des procédés mis en œuvre par les industriels. Pour disposer de données fiables, robustes et représentatives des procédés concernés, il sera nécessaire de mettre en place site par site une instrumentation adaptée venant alimenter la comptabilité carbone. Le projet EnvProdScore a donc été lancé pour adresser ce nouvel objectif.

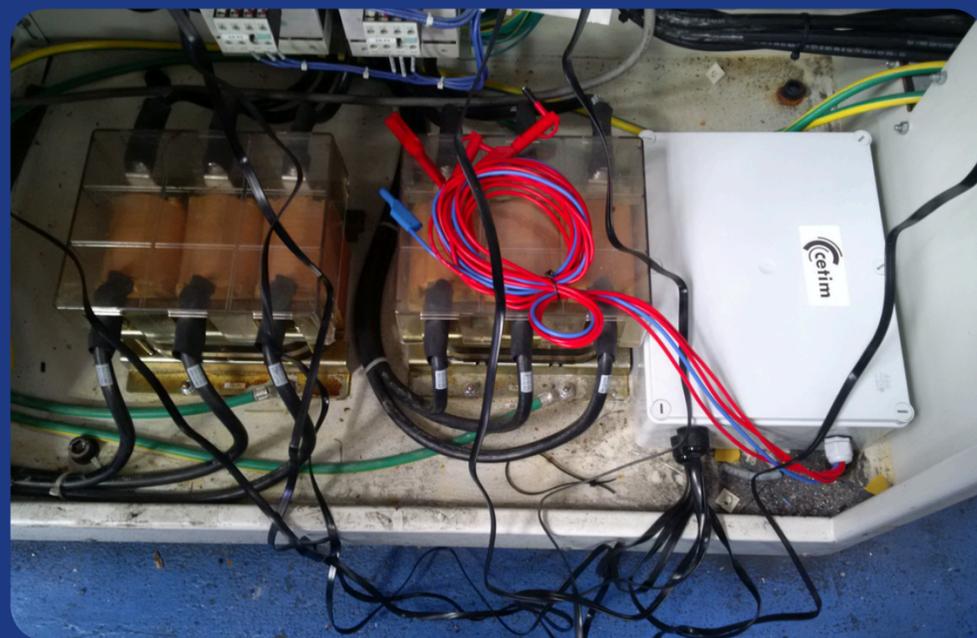
Projet en lien

EnvProdScore

SMARTSTANDBY

Projet terminé en 2024

L'intelligence de mises en veille ou arrêts machine pour une sobriété énergétique en production.



THEME 1 :
Usine Durable

Chef de projet :
Nicolas Cortesi

Mots clés :
Machine-outil, Mise en veille, Arrêt machine, Sobriété énergétique, Economie énergie

Les enjeux

Comment mettre en œuvre des stratégies de gestion de l'énergie pour réduire la consommation électrique des équipements de production sans compromettre la productivité ? En développant des systèmes de gestion de l'énergie permettant de planifier des arrêts ou des mises en veille automatiques des équipements de production (utilités incluses).

Le contexte

Les consommations électriques de machine-outil n'étant que rarement le poste principal de consommation d'une usine, les investigations et les optimisations dans ce domaine n'avaient pas été entreprises de façon systémiques. Smart StandBy a permis de quantifier puis de mettre en œuvre des actions d'économies d'énergie substantielles.

Les innovations

Mesures électriques et pneumatiques sur site de l'ensemble des utilités d'une machine-outil. Collecte des mesures par passerelle LoraWan puis mise en ligne en temps réel sur portail Web sécurisé.

Croisement avec les paramétrages des Interfaces Homme Machine pour programmation de mises en veille ou arrêt automatique après période d'inactivité.

Les impacts

Réduction des consommations électriques sur les chaînes de fabrication ciblées allant de 10 à 50% selon la maturité initiale des pratiques de mises en veille ou d'arrêt.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



THEME 2

Assistance physique à l'opérateur

✓ **AMM20**
Aide à la manipulation mobile de 20 kg

✓ **MANIPRES**
Manipulation précise de charge lourde

✓ **COBOBENCH**
Guide d'aide aux choix pour les robots collaboratifs (étude de faisabilité)

✓ **OUTPORT**
Aide à la manipulation d'outillage de perçage et fraisage

✓ **SEEROB**
Simulation ergonomique des environnements de travail avec des robots collaboratifs

✓ **TELEMAN**
Téléopération pour l'intervention en environnement contraint

✓ **ERGOFORCE**
Cotation Ergonomique (postures, efforts) à partir de capteurs portés par l'opérateur

✓ **METRAMM**
Evaluation de la transparence des manipulateurs, assistants port de charge, robots en guidage manuel

✓ **BAR10**
Bras d'assistance robotisée de capacité 10 kg

✓ **PARAROB**
Parachèvement robotique

✓ **ROBOPRECI**
Evaluer la précision des robots industriels

✓ **SAFEPTH**
Solution de sécurisation de trajectoires

AMM20

Projet terminé en 2018

Aide à la manipulation mobile de 20 kg



THEME 2 :

Assistance physique à l'opérateur

Chef de projet :

Antoine Delval

Mots clés :

Manutention, Manipulateur équilibreur, Mobilité, AGV (Autonomous ground vehicle), Cobotique, Ergonomie du poste de travail

Les enjeux

La mise en place d'AGV dans les ateliers ou les chaînes de production permet d'optimiser le temps passé par les opérateurs sur les tâches à haute valeur ajoutée. De plus, ce dispositif peut réduire fortement les risques de TMS comme par exemple lors de la manutention de profilés (Naval Group). Néanmoins, leur intégration peut être périlleuse et nécessiter des adaptations selon le type d'opérations.

Le contexte

Le projet AMM20 vise à définir et réaliser un prototype fonctionnel d'aide à la manutention mobile de profilés métalliques pouvant atteindre une longueur de 6m et une masse de 50kg. Ce système permet un déplacement autonome dans l'atelier, une manutention simplifiée et réduit la pénibilité pour l'opérateur.

Les innovations

La constitution d'un moyen se présentant sous la forme d'un « train » représente l'avancée attendue au lancement du projet. Cet ensemble est composé de :

1. Un AGV qui se déplace et se repère dans l'espace grâce à une cartographie de l'atelier,
2. Un moyen de manutention notamment équipé d'un manipulateur équilibreur utilisé via une poignée sensitive,

3. Une remorque de stockage des pièces manutentionnées et déplacées. Il s'agit d'un ensemble autonome lors de son utilisation grâce aux batteries intégrées.

Les impacts

Le projet AAM20 a identifié et comparé les différentes solutions d'AGV et notamment leurs technologies de fonctionnement, conduisant à un état de l'art riche compte tenu de l'importance de ces types de robots dans l'industrie. Ce projet a permis à l'ensemble des partenaires de valider la faisabilité de la constitution d'un ensemble mobile et autonome de manutention et transport de pièces au sein d'un atelier. Il a enfin identifié les contraintes induites (organisationnelles et sécuritaires notamment) et les sources de progrès potentielles pour optimiser un tel dispositif.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



MANIPRES

Projet terminé en 2018

Manipulation précise de charge lourde



THEME 2 :

Assistance physique à l'opérateur

Chef de projet :

François Lansade

Mots clés :

Robot collaboratif, Manutention, Commande supervisée, Guide virtuel, Anticollision, Ergonomie du poste de travail

Les enjeux

La manipulation de charges fragiles et couteuses nécessite une certaine dextérité. De plus, leur masse peut compliquer fortement leur assemblage. Les robots collaboratifs permettent d'assister physiquement l'opérateur au port de ces charges pouvant aller de 20 à 120 kg tout en sécurisant l'opération pour l'Homme.

Le contexte

Le projet MANIPRES vise à valider l'intérêt de la robotique collaborative pour le montage du groupe d'accessoires (AGB) d'un moteur d'avion. Ce sous-ensemble pèse plus de 60 kg et son assemblage nécessitait l'engagement de trois opérateurs, sur une durée de 180 minutes, et avec des risques de SSE (santé, sécurité et environnement) avérés.

Les innovations

MANIPRES a implémenté une solution d'assistance physique à l'opérateur basée sur une technologie développée en collaboration par SARRAZIN Technologies et le CEA LIST. La performance en transparence de cette machine, associée à la commande supervisée (guides virtuels et anticollision) facilite la mise en place du composant tout en sécurisant l'opération, pour l'opérateur et pour l'environnement.

Les impacts

Le projet a permis au laboratoire de robotique interactive du CEA LIST de finaliser le transfert industriel de la technologie vers SARRAZIN. Pour es utilisateurs finaux, MANIPRES a conduit à un gain notable de productivité: assemblage avec une précision submillimétrique de l'AGB en 30 minutes par un opérateur. Enfin, il a amélioré la qualité de montage par une meilleure maîtrise de l'effort de mise en place et l'absence de collision avec les tubulures du moteur.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



COBOBENCH

Projet terminé en 2019

Guide d'aide aux choix pour les robots collaboratifs



THEME 2 :

[Assistance physique à l'opérateur](#)

Chef de projet :

Catherine Bidard

Mots clés :

Robotique collaborative, Benchmark, Sécurité robot, Guide d'aide au choix, Ergonomie du poste de travail

Les enjeux

Depuis quelques années des robots dits "collaboratifs" permettent d'appréhender la robotique d'une façon inédite. Cette technologie émergente amène une forte interaction entre l'homme et le robot avec beaucoup de questions en suspens sur leur intégration.

Le contexte

Parmi les multitudes de robots collaboratifs et leurs données constructeurs, choisir peut devenir périlleux. De fait, leur intégration industrielle reste encore rare, notamment due à la difficulté de prise en main, à la sécurité complexe à mettre en œuvre, mais aussi aux changements d'organisation induits. L'étude COBOBENCH propose un guide d'aide aux choix d'un robot collaboratif et souligne l'importance de l'environnement dans lequel nous souhaitons l'implanter.

Les innovations

Il n'existe pas de benchmark sur le marché mettant en lumière l'intégration des robots collaboratifs sur des cas d'usage réels. Notre analyse comparative s'est portée sur des critères techniques, organisationnels et financiers. Ce guide traite particulièrement des aspects de connectivité vers les effecteurs et périphériques, la

prise en main et les compétences nécessaires en programmation et la mise en œuvre des fonctions de sécurité.

Les impacts

Le projet a permis une montée en compétence des partenaires et leur apporte une connaissance plus approfondie des robots collaboratifs disponibles sur le marché. Le guide d'aide au choix aborde de façon concrète les éléments déterminants dans le choix d'un robot lors d'une intégration sur une application collaborative.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



OUTPORT

Projet terminé en 2019

Aide à la manipulation d'outillage de perçage et fraisage



THEME 2 :
[Assistance physique à l'opérateur](#)

Chef de projet :
Elodie Dequaire

Mots clés :
Robotique collaborative, Outil portable, Moyen de perçage, Sécurité, Ergonomie du poste de travail

Les enjeux

De nos jours, la manipulation de charges dans les ateliers manufacturiers pose de nombreux problèmes. Il s'agit de tâches «physiques» peu valorisantes et susceptibles de générer des troubles musculo-squelettiques. On cherche dès lors à assister l'opérateur dans ces manipulations de charges, mais aussi à y associer des opérations plus complexes, potentiellement plus motivantes.

Le contexte

Le positionnement et la mise en œuvre d'un outil de perçage notamment une forte poussée de l'opérateur illustrent parfaitement la problématique étudiée. Il vise à démontrer la faisabilité d'un système déplaçable d'aide à la manutention, puis à la mise en œuvre d'outillage de perçage/ fraisage. Le but premier est d'améliorer les conditions de travail des opérateurs lors de la réalisation de tâches pénibles.

Les innovations

Le système développé est basé sur un robot 6 axes et une unité de perçage automatique (UPA). Le robot a été converti pour un fonctionnement en mode cobot, qui donne à l'opérateur la capacité de déplacer sans effort des outils lourds.

De son côté, l'UPA permet d'encaisser les efforts de perçage/ fraisage tout en minimisant le nombre de passes et en assurant l'aspiration des poussières.

Les impacts

A l'usage, le système OUTPORT a montré une réduction significative des efforts demandés à l'opérateur pour déplacer, positionner et mettre en œuvre l'outillage.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



SEEROB

Projet terminé en 2019

Simulation ergonomique des environnements de travail avec des robots collaboratifs



THEME 2 :
Assistance physique à l'opérateur

Chef de projet :
Vincent Weistroffer

Mots clés :
Certification, Cobotique, Sécurité robot, CAO, Réalité virtuelle, Réalité mixte, Ergonomie du poste de travail

Les enjeux

En assistant les opérateurs humains, la robotique collaborative apporte productivité et flexibilité à l'outil industriel. Elle soulève cependant des questions de sécurité et d'ergonomie, qui ont suscité une adaptation des réglementations ainsi que de nouvelles normes. Il s'agit de faciliter la validation des postes de travail, étape qui constitue aujourd'hui le principal frein au développement de cette robotique collaborative.

Le contexte

Un logiciel de simulation des postes de travail avec robots collaboratifs est une réponse adaptée au problème posé, à la condition impérative qu'il soit adaptable et simple d'utilisation pour une intégration rapide dans les processus de conception. Un besoin additionnel est qu'il permette de générer un rapport complet sur les critères de sécurité à prendre en compte pour la certification du poste.

Les innovations

SEEROB développe un tel logiciel de « CAO cobotique- ». Contrairement aux outils de CAO standard, ce logiciel identifie dynamiquement les zones sensibles en termes de sécurité et d'ergonomie, et peut simuler des moyens de réduction des risques. Il utilise la réalité virtuelle pour

analyser des postes non-existants et la réalité mixte pour effectuer des études sur site avec robots réels.

Les impacts

Le logiciel SEEROB permet aux ingénieurs de gagner du temps dans la conception des postes de travail, en identifiant en avance de phase les risques potentiels de sécurité et d'ergonomie. Le projet propose également un guide méthodologique pour assister les organismes de certification dans l'évaluation d'un poste de travail.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



Projet en lien

CONTINUM 4.0

Découvrir la solution



TELEMAN

Projet terminé en 2019

Téléopération pour l'intervention en environnement contraint



THEME 2 :
[Assistance physique à l'opérateur](#)

Chef de projet :
Rémi Friville

Mots clés :
Robotique collaborative, Benchmark, Téléopération, Bras maître/esclave, Ergonomie du poste de travail

Les enjeux

De nombreuses tâches complexes dans des environnements dangereux, confinés ou difficiles d'accès soulèvent des problèmes de santé et de sécurité de l'opérateur. En outre, leur bonne exécution dépend souvent d'une expérience qui n'est pas toujours en adéquation avec l'effort physique à fournir. Les technologies de téléopération peuvent-elles répondre à ces contraintes et aux surcoûts qu'elles engendrent ?

Le contexte

Face à divers cas d'usage industriels, comme des manipulations risquées à bord d'un navire en mer (qui obligent aujourd'hui à gagner un port), TELEMAN propose une solution de téléopération qui permet d'effectuer des interventions complexes, de manière sécurisée, précise et à un coût raisonnable.

Les innovations

La téléopération est déjà très utilisée dans l'industrie nucléaire qui exploite le logiciel TAO (Téléopération Assistée par Ordinateur) du CEA List. Les équipes ont d'abord innové en adaptant cette technologie à des contextes industriels très différents, comme l'offshore. Une deuxième innovation réside dans le pilotage d'un robot esclave 6 axes par des bras maître faible coût benchmarkés

en amont, dont l'un est une manette de jeu grand public. Une autre avancée a permis la télémanipulation en toute sécurité d'une masse quatre fois supérieure à la capacité du robot, en faisant collaborer celui-ci avec un équilibreur de charge.

Les impacts

Le projet TELEMAN démontre qu'il est parfaitement possible d'effectuer des opérations complexes, dangereuses et coûteuses, grâce à des technologies robotiques matures, en parfaite synergie avec les modes opératoires propres à chaque industrie. Ces technologies viennent augmenter les équipements industriels, mais aussi les techniciens qui les opèrent, en décuplant la performance opérationnelle.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



ERGOFORCE

Projet terminé en 2020

Cotation Ergonomique (postures, efforts) à partir de capteurs portés par l'opérateur



THEME 2 :

[Assistance physique à l'opérateur](#)

Chef de projet :

Claude Andriot

Mots clés :

Commande en effort, robot industriel, compliance logicielle, programmation simplifiée, contrôle automatique

Les enjeux

Les troubles musculo-squelettiques (TMS) représentent 85% des maladies professionnelles et entraînent en moyenne 6 mois d'arrêt de travail, soit 10 000 000 journées de travail perdues par an.

Le contexte

Pour l'analyse des activités motrices avec efforts, les études ergonomiques existantes sont souvent très subjectives car elles se basent sur des études vidéos ou au mieux sur de la capture de mouvement (centrales inertielles, caméra, etc.). Elles n'exploitent pas de mesure d'effort alors que très souvent les efforts appliqués par et sur l'opérateur se font au niveau de ses pieds et de ses mains et pourraient donc être quantifiés via des capteurs placés à ce niveau.

Les innovations

ERGOFORCE met en place un système de mesures portable et à faible coût répondant aux besoins suivants :

1. Réaliser sur site une cotation ergonomique (postures et efforts) de l'activité d'un opérateur dans le but de réduire la pénibilité et les risques de TMS.
2. Analyser l'activité de l'opérateur et les tâches associées à l'activité (capitalisation du savoir-faire, analyse d'activité, programmation de robots par démonstration, etc.).

Les impacts

Le système ERGOFORCE, qui capture la posture de l'opérateur et les efforts qu'il développe, a démontré sa simplicité de mise en oeuvre et sa robustesse dans un environnement industriel. Ces qualités doivent conduire à des études ergonomiques plus riches et plus nombreuses, propres à réduire la pénibilité au travail et les TMS.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



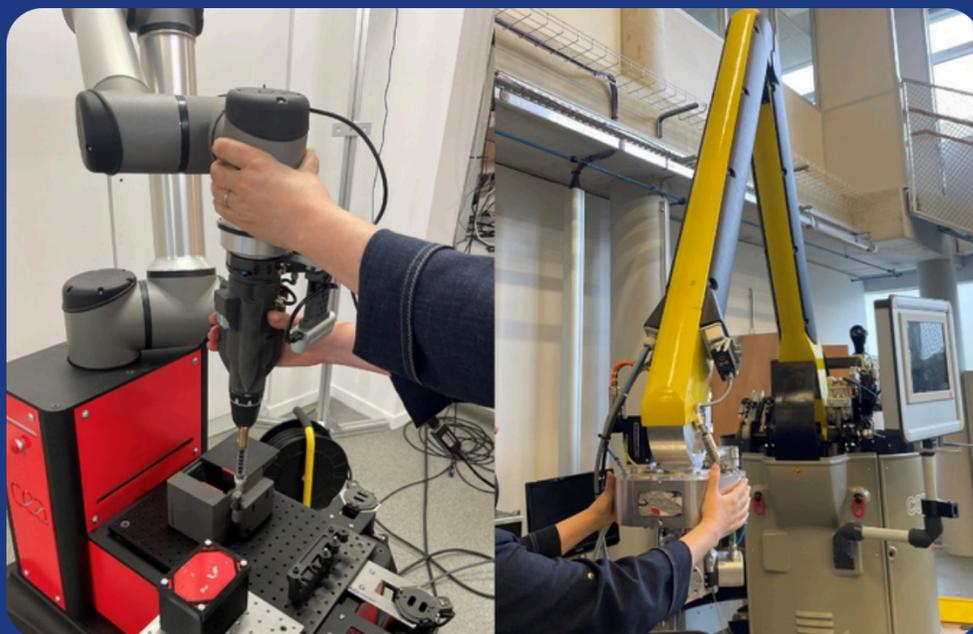
Découvrir la solution



METRAMM

Projet terminé en 2023

Mesure et évaluation de la transparence des manipulateurs, assistants au port de charge et robots en guidage manuel



THEME 2 :
[Assistance physique à l'opérateur](#)

Chef de projet :
Catherine Bidard

Mots clés :
Ergonomie du poste de travail, Cobot, Manipulateur industriel, Robotique collaborative, Benchmark

Les enjeux

Les systèmes considérés reprennent la charge mais peuvent demander des efforts importants dans la mise en mouvement ainsi que dans le contrôle de ce mouvement. Ce manque de « transparence mécanique » conduit à une sous-utilisation des systèmes installés. L'enjeu pour les utilisateurs finaux est de pouvoir spécifier ou choisir un niveau de transparence en adéquation avec les besoins du poste de travail.

Le contexte

Des manipulateurs qui assistent les opérateurs au port de charge sont installés dans les usines mais sont sous-utilisés, voire non-utilisés par manque de performance : Quand la charge reste transportable manuellement l'opérateur peut préférer travailler sans une assistance qui le gêne ou le ralentit. Dans le cas de robots collaboratifs, à l'heure actuelle, les constructeurs de robots ne donnent pas de caractéristiques de performance de leurs modes de guidage manuel et les comparaisons restent subjectives.

Les innovations

Le principe de mesure développé consiste à observer les forces de réaction du système à un mouvement unidirectionnel. Il a été mis en œuvre dans trois dispositifs de mesure qui diffèrent par le

mode de sollicitation, manuelle ou motorisée, et le mode de contrainte du mouvement, guidé ou libre. Les efforts latéraux, i.e. qui ne sont pas dans la direction du mouvement, sont également observés.

Les impacts

Le projet a permis de dégager des méthodes et modèles permettant de caractériser la transparence mécanique des systèmes d'assistance physique et d'en identifier les limites. Pour des tâches contraintes en temps d'exécution, un outil de calcul permet de spécifier le niveau de transparence requis pour ne pas dépasser des seuils d'efforts.

Pour en savoir plus, lire l'article



Projets en lien

[COBOBENCH](#)

[MANIPRES](#)

[BAR-10](#)

[ERGOHAND](#)

BAR10

Projet terminé en 2023

Bras d'assistance robotisée de capacité 10 kg



THEME 2 :
[Assistance physique à l'opérateur](#)

Chef de projet :
Alexandre Verney

Mots clés :
Assistance, Robot, Cobot, Manipulation, amplification d'effort

Les enjeux

La manipulation d'objets ou l'application d'effort inférieurs à 10 kg de manière répétitive est une source de TMS importante dans l'industrie avec peu de solutions techniques proposées pour assister les postes de travail concernés. De plus, les assistances existantes sont souvent définies pour un type de tâche et un poste de travail, limitant ainsi leur taux d'utilisation et donc leur intérêt.

Le contexte

Le projet BAR10 vise à proposer une machine d'assistance aux gestes ou au port de charges pour l'industrie. Cette solution doit être flexible en s'adaptant à plusieurs types de tâche, simple d'utilisation et de programmation pour pouvoir être utilisée par le personnel présent sur les postes de travail, et de faible encombrement pour pouvoir être déplacée d'un poste à l'autre.

Les innovations

Le projet BAR10 se base sur 3 grandes innovations. Premièrement, une conception spécifique permettant un contrôle des efforts appliqués par la machine très fin et ce sans besoin de capteur d'effort fragile et coûteux. Deuxièmement, une programmation intuitive et simplifiée de la machine pour s'adapter à différents postes de travail ou tâches, que ce soit de l'aide au meulage ou bien l'application d'effort maîtrisé et calibré.

Troisièmement, une réalisation de faible encombrement et de poids réduit, permettant le déplacement et la manipulation de la machine de manière aisée.

Les impacts

Après plusieurs essais en usine chez différents partenaires, l'utilisation du système BAR10 a montré un réel impact dans la diminution des efforts à fournir par l'opérateur et donc de sa fatigue. De plus, le système peut également permettre un suivi précis et chiffré des efforts appliqués et ainsi permettre un suivi qualité et réglementaire de certaines tâches. Enfin, la diversité des cas d'usage adressés montre bien la versatilité du système et son adaptabilité à divers environnements et tâches, limitant ainsi les investissements nécessaires pour améliorer plusieurs postes de travail pouvant être très différents au sein d'une même usine.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



PARAROB

Projet terminé en 2023

Parachèvement robotique



THEME 2 :
[Assistance physique à l'opérateur](#)

Chef de projet :
Coline Nantermoz

Mots clés :
Commande en effort, Robot industriel, Conformité logicielle, Programmation simplifiée, Contrôle automatique

Les enjeux

Les opérations de parachèvement couvrent de nombreuses opérations mécaniques sur pièces de fonderie (ébavurage, ébarbage, tronçonnage), pièces soudées (arasage, plissage cordon) ainsi qu'en fabrication additive (enlèvement de renforts, finition). Ces tâches sont souvent réalisées manuellement, engendrant une grande pénibilité pour les opérateurs et des coûts importants, tandis que leur robotisation reste longue et coûteuse donc peu rentable pour de petites séries.

Le contexte

L'enjeu du projet PARAROB est de prouver la possibilité de mise en place d'une cellule de meulage robotisée sans ajout d'un organe compliant actif. Le démonstrateur permet de traiter à la fois le meulage de profilés plats en sortie d'une machine de découpe (ébavurage, adoucissement des angles et ponçage de la peinture) et l'ébavurage d'un carter moteur.

Les innovations

Le projet a permis de tester et transposer les algorithmes hybrides force-position, développés depuis 15 ans dans le laboratoire pour la téléopération et la cobotique, vers du contrôle automatique, et d'en améliorer les performances. Les conformités logicielles ainsi implémentées sont sélectionnables

et offrent un comportement programmable dans l'espace outil sur 6 degrés de liberté (force libre avec butées, amortissement, rappel élastique, limitation d'effort).

Les impacts

Ce projet a permis d'améliorer significativement l'automatisation d'opérations et les performances du parachèvement Robotique, en capitalisant sur les algorithmes historiques du CEA List, et ainsi de pouvoir envisager l'industrialisation du système. Les partenaires utilisateurs finaux ont pu voir une preuve de concept de cellule robotisée permettant de s'affranchir de l'utilisation d'un organe conforme à l'effecteur et réalisant le meulage de pièces représentatives de leurs activités.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



ROBOPRECI

Projet terminé en 2024

Evaluer la précision des robots industriels



THEME 2 :

[Assistance physique à l'opérateur](#)

Chef de projet :

Grégoire Debras

Mots clés :

Répétabilité dynamique, Précision dynamique, Robot poly-articulé, Méthodologie d'évaluation

Les enjeux

L'enjeu est d'obtenir une méthodologie standard d'évaluation de la répétabilité et de la précision dynamique d'un robot poly-articulé conventionnel en statique et en dynamique, prenant en compte les paramètres influents tels que la trajectoire, la vitesse, l'accélération, la charge embarquée, ou les positions dans l'enveloppe de travail.

La méthodologie attendue devra être adaptable à une large gamme de robots et simple à mettre en œuvre. Les solutions évaluées devront être robustes et en maturité industrielle TRL9, avec une disponibilité sur le marché français.

Le contexte

La précision des robots industriels est une donnée importante dans le choix du modèle, en fonction du procédé qui sera mis en œuvre dans son application. Les caractéristiques fournies par les constructeurs de robots ne concernent souvent pas la précision de suivi de trajectoire, ni la précision sous effort variable.

Devant la difficulté à mettre en œuvre des solutions robotiques à travers de la programmation hors ligne, notamment à cause du manque de précision des robots en suivi de trajectoire, il devient pertinent de définir des moyens et une méthode permettant d'évaluer les performances statiques et dynamiques des robots à vide et en mode opérationnel. Ainsi que d'évaluer les particularités des trajectoires des robots.

Les innovations

La norme ISO 9283, qui évalue les critères de performance des robots industriels reste très générique, elle a donc été analysée au cours du projet et nous avons pu tester quelques protocoles supplémentaires qui permettent de l'enrichir. L'impact de choix de différents repères d'expression de pose et trajectoires robots a notamment été étudié. Ce projet a pu permettre l'ajout d'un critère supplémentaire lors de l'évaluation des robots sériels : l'hystérésis constatée lors de la mesure de trajectoires effectuées dans 2 sens opposés. Enfin, afin de mieux coller aux usages des robots lors de processus industriels, ce projet a esquissé l'impact des lissages de trajectoires sur la précision des robots.

Les impacts

Les résultats de ce projet permettront aux partenaires, lors de l'évaluation de la précision des robots industriels qu'ils auront à disposition, de compléter la norme actuelle via la mesure de nouveaux critères mentionnés ci-dessus. Ce projet fournit l'ébauche d'une méthodologie de mesure de ces nouveaux critères et devra être complétée pour prendre en compte également des aspects dynamiques qui n'ont pas pu être testés lors de ce projet, par exemple l'impact d'efforts d'usinage sur des trajectoires effectuées par le robot.

Pour en savoir plus, lire l'article



SAFEPATH

Projet terminé en 2024

Solution de sécurisation de trajectoires



THEME 2 :

[Assistance physique à l'opérateur](#)

Chef de projet :

Delphine Keller

Mots clés :

Sécurité, cobotique, réglementation, capteurs embarqués

Les enjeux

Le principal enjeu du projet SAFEPATH est d'implémenter une fonction de sécurité qui vérifie automatiquement que le moyen cobotique ou robotique ne dévie pas de la trajectoire initialement programmée par l'opérateur. Cette fonctionnalité permettra de sécuriser l'utilisation des moyens cobotiques en production avec une autonomie laissée aux opérateurs tout en étant conforme avec la réglementation. Afin d'obtenir un niveau de sécurité suffisant, le bras robotique est équipé de capteurs additionnels permettant d'avoir une redondance dans la mesure de sa position.

Le contexte

Le projet SAFEPATH, financé dans le cadre de FactoryLab, a permis :

- de réaliser une étude préliminaire sur les technologies existantes ainsi qu'une recherche d'antériorité (brevet),
- de définir l'architecture logicielle et matérielle pour mettre en œuvre la solution proposée par Naval Group,
- de faire les choix technologiques de capteurs adaptées à la réglementation et de prototyper la méthode en se basant sur des essais préliminaires sur un UR10 à l'aide de capteurs Xsense.

Les innovations

L'étude sur les technologies existantes et les cas d'usage a montré un réel intérêt de la fonction.

L'innovation relève d'un moyen de mesure externe de sécurité capable de détecter une quelconque déviation de trajectoire.

Les impacts

Le projet a permis de mettre en place un démonstrateur et de montrer l'intérêt de cette brique technologique pour faciliter la démocratisation des cobots dans les ateliers.

THEME 3

Contrôles avancés

 **VISROB**

Vissage robotisé sur arbre de turbine (étude de faisabilité)

 **ALTER**

Méthodes alternatives au ressuage et à la magnétoscopie (étude de faisabilité)

 **EPREVET**

Mesure d'épaisseur des revêtements (étude de faisabilité)

 **ASSERVUS**

Moyen de serrage asservi à l'effort de serrage par ultrasonsontraint

 **PRECOINSTRUM**

Maintenance prédictive des équipements

 **GREASE**

Contrôler l'état de surface pour la détection de présence de graisse

 **QUALISOUD**

Qualité du soudage In-Process par thermographie

 **CESAME F**

Contrôle de l'Étanchéité et du Serrage et grâce aux Alliages à MEmoire de Forme

VISROB

Projet terminé en 2017

Vissage robotisé sur arbre de turbine



THEME 3 :
Contrôles avancés

Chef de projet :
Stéphane Auger

Mots clés :
Moyen de serrage, Automatisation, Ergonomie du poste de travail

Les enjeux

Les opérations répétitives de serrage, réalisées à la main sur des surfaces étendues, sont fréquemment consommatrices de temps et génèrent des troubles musculo-squelettiques (TMS) pour les opérateurs. Ces tâches à faible valeur ajoutée pour l'opérateur, néanmoins capitales dans les processus de fabrication, peuvent être automatisées.

Le contexte

L'objectif de l'étude VISROB est de définir un moyen de serrage capable de répondre à la forte montée en cadence de la fabrication du moteur LEAP. Pour ce faire, les opérations de serrage ont été analysées en détail pour caractériser les défauts géométriques, la présence ou non de lubrifiant, les séquences, les défauts sur les filets des vis et les éventuels problèmes d'embectage des écrous.

Les innovations

Le nouveau moyen de serrage automatisé devrait permettre de gagner en temps de cycle, réduire les TMS liés aux opérations manuelles, limiter les risques de non qualité, assurer la traçabilité des conditions de serrage appliquées, détecter les écarts pouvant provenir de nombreux facteurs extérieurs (conformité des approvisionnements des fixations, tolérances géométriques et dimensionnelles des pièces assemblées, ...).

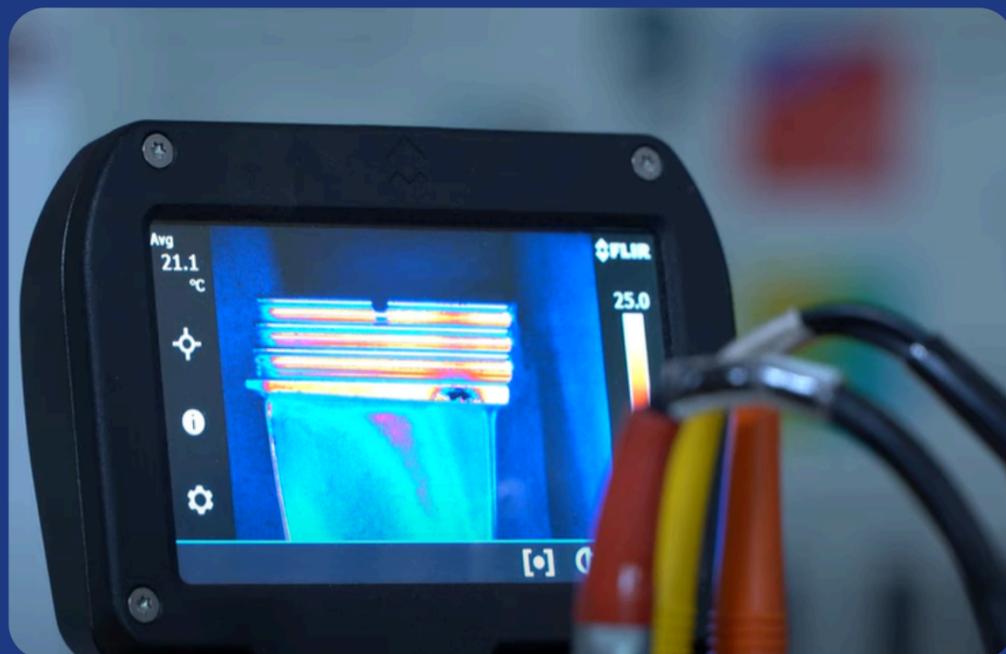
Les impacts

Les travaux menés ont permis de spécifier la visseuse nécessaire à l'application (fonctions principales, conditions d'intégration). A terme, ils ouvrent la voie à un outil intelligent, qui puisse se configurer en auto-apprentissage, par analyse statistique des courbes de serrage.

ALTER

Projet terminé en 2019

Méthodes alternatives au ressuage et à la magnétoscopie



THEME 3 :
Contrôles avancés

Chef de projet :
Fan Zhang

Mots clés :

Benchmark, Contrôle non destructif, Contrôles avancés, Ressuage, Magnétoscopie, Courant de Foucault, Thermographie infrarouge

Les enjeux

Dans le domaine du Contrôle Non Destructif, le ressuage et la magnétoscopie représentent 70 à 80% des contrôles réalisés. Ces méthodes traditionnelles génèrent des polluants et se prêtent mal à la numérisation.

Le contexte

L'étude ALTER vise à trouver un substitut aux méthodes de contrôle traditionnelles (ressuage et magnétoscopie). Cette question de leur remplacement concerne de nombreux secteurs industriels : automobile, aéronautique, énergie, transport terrestre et maritime, soucieux d'améliorer la qualité et la productivité, le respect de l'environnement et la sécurité des travailleurs.

Les innovations

Il n'existe pas de benchmark sur le marché permettant de comparer les technologies innovantes en contrôle non destructif comme les courants de Foucault multiéléments (CFM) et la thermographie infrarouge active (TIRI). Le projet propose une analyse comparative qui se focalise sur des critères techniques et de facilité de mise en œuvre process. Les deux méthodes ont été testées sur plusieurs échantillons fournis par les partenaires du projet. Il a été montré que, dans la plupart des cas, ces techniques innovantes se sont avérées avantageuses par rapport aux méthodes conventionnelles ou présentant des résultats équivalents.

Les impacts

L'intérêt des deux méthodes a été démontré selon les cas d'usages étudiés et sont en développement chez Safran et Naval Group.

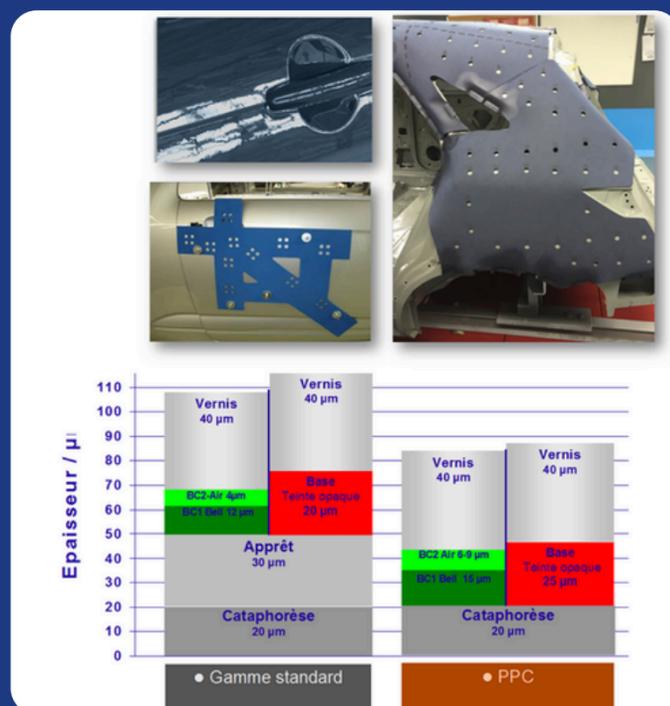
Pour en savoir plus, voir la vidéo



EPREVET

Projet terminé en 2019

Mesure d'épaisseur des revêtements



THEME 3 :
Contrôles avancés

Chef de projet :
Laetitia Lavancier

Mots clés :
Contrôles non destructif, Contrôles avancés, Mesure d'épaisseur, Résonance ultrasonore, Photothermie laser, Fluorescence X

Les enjeux

Il existe de nombreuses solutions industrielles pour mesurer l'épaisseur d'un revêtement. Les plus courantes, basées sur un principe magnétique, assurent une mesure simple et rapide pour un coût relativement faible, mais ne permettent pas de répondre à certains cas spécifiques. L'enjeu de cette étude est d'identifier une méthode innovante de contrôle non destructif pouvant répondre aux différents cas soulevés par les industriels.

Le contexte

Les revêtements ont de multiples applications, telles que la protection d'une pièce mécanique contre l'oxydation, la corrosion, les températures extrêmes et l'usure. L'épaisseur est un des premiers critères utilisés pour les qualifier. Le projet EPREVET vise à évaluer, au regard des cas d'usage proposés, trois méthodes CND innovantes: la résonance ultrasonore, la photothermie laser et la fluorescence X.

Les innovations

Les trois technologies ont toutes été éprouvées sur des échantillons de géométrie simple fournis par les partenaires du projet, avec pour objectif d'identifier une méthode générique permettant de répondre aux critères des industriels, à savoir un bon compromis entre résolution, fiabilité et robustesse des résultats obtenus.

L'étude a cependant rapidement montré qu'il était difficile, sur les cas présentés, de retenir une technique pertinente et commune. Malgré cela, des résultats prometteurs ont été obtenus avec la résonance ultrasonore et la fluorescence X, et des avancées significatives ont été faites avec la photothermie laser pour mesurer des épaisseurs individuelles sur des empilements de couches différentes.

Les impacts

Certaines des technologies étudiées sont aujourd'hui en cours d'industrialisation ou d'intégration dans la ligne de production peinture notamment, pour le suivi des processus. Par ailleurs, il a été identifié un intérêt pour approfondir la méthode TeraHertz.

ASSERVUS

Projet terminé en 2020

Moyen de serrage asservi à l'effort de serrage par ultrasons



THEME 3 :
Contrôles avancés

Chef de projet :
Patrick Bouteille

Mots clés :
Ultrasons, Capteur EMAT, Moyen de serrage, Capteur piézoélectrique, Ergonomie du poste de travail

Les enjeux

Le contrôle de la qualité d'un serrage est réalisé traditionnellement à l'aide de la mesure du couple lors du montage. Cependant le lien entre le couple de serrage et la tension effective n'est pas maîtrisé et est notamment perturbé par les conditions de frottement des fixations variant d'un assemblage à un autre. Est-il possible de disposer d'un moyen de serrage qui permettrait de serrer tous leurs assemblages critiques à la tension désirée ?

Le contexte

Les mauvais serrages sont fréquents dans l'industrie, conduisant souvent à des ruptures ou à des reprises de non-conformités entraînant une perte de productivité. Pour aider l'opérateur de cette opération, la mesure par ondes ultrasonores de l'allongement de la fixation est l'un des procédés de contrôle les plus efficaces pour vérifier la conformité d'un serrage. Réalisé avec des capteurs piézoélectriques, ce contrôle est généralement réservé aux phases de mise au point d'un assemblage et limité à quelques vis préparées pour l'opération.

Les innovations

L'innovation majeure d'ASSERVUS consiste à intégrer un capteur d'ultrasons directement dans une visseuse pour connaître l'effort de serrage pendant l'opération de serrage et ainsi asservir le serrage à cet effort. La deuxième innovation

d'ASSERVUS consiste à utiliser un capteur d'ultrasons électromagnétique appelé EMAT (ElectroMagnetic Acoustic Transducer) qui ne nécessite aucun contact entre l'élément de fixation et le capteur.

Les impacts

Le moyen de serrage développé dans le cadre d'ASSERVUS va améliorer de façon significative la qualité du serrage en production et peut ainsi réduire le nombre ou la taille des assemblages en diminuant les coefficients de sécurité devenus surestimés. L'étude réalisée a démontré qu'il est applicable sur la majorité des vis sans retouches, ne nécessitant pas forcément des faces planes et parallèles. Elle ouvre ainsi le champ d'applications de la méthode ultrasonore de contrôle de serrage à des vis industrielles. Tout secteur qui utilise des assemblages boulonnés pourra être concerné par ce produit innovant.

PRECOINSTRUM

Projet terminé en 2022

Maintenance prédictive des équipements



THEME 3 :

[Contrôles avancés](#)

Chef de projet :

Benoit Duchazeaubeneix

Mots clés :

Maintenance, prédictive, équipement critique, défaillance

Les enjeux

La mise en place d'une maintenance conditionnelle ou prédictive renforce la sécurité des opérations, garantit la disponibilité continue des équipements, et optimise la rentabilité grâce à une gestion proactive des défaillances. Toutefois, l'élaboration d'une stratégie de surveillance des équipements nécessite une analyse approfondie.

Le contexte

Le projet PrécoInstrum propose une solution logicielle complète qui guide l'utilisateur dans le choix des outils de surveillance, en fonction des phénomènes à surveiller, qu'il s'agisse de capteurs, d'analyses en laboratoire (comme les analyses d'huiles), ou de dispositifs portatifs adaptés aux équipes de maintenance mobiles. La méthodologie d'analyse rigoureuse facilite la priorisation des défaillances critiques d'un équipement. Après l'identification des signes avant-coureurs d'une panne, une base de données propose des solutions adaptées, qu'il s'agisse de capteurs, d'analyses en laboratoire ou d'outils portatifs. La solution est flexible, permettant aux utilisateurs de personnaliser la base de données avec leurs propres expériences tout en ayant accès à la base de données construite par le CETIM.

Les innovations

Un travail approfondi de recherche et de capitalisation des solutions de surveillance existantes a été mené, associant des outils adaptés à chaque type de défaillance.

La retranscription de ces données dans un logiciel intuitif et facile à utiliser a représenté un défi majeur. En parallèle, la solution se distingue par sa capacité à proposer des alternatives lorsque les défaillances ne présentent pas de signes avant-coureurs, comme dans le cas de ruptures brutales (défaillances catalectiques). Ainsi, dans sa version commerciale 2024, jusqu'à 9 solutions sont proposées dans ces cas, élargissant les possibilités de surveillance.

Les impacts

La solution logicielle, unique sur le marché, intègre une base de données exhaustive qui associe des solutions de surveillance aux phénomènes avant-coureurs de défaillances mécaniques, pneumatiques ou hydrauliques. Sa mise en œuvre dans les trois entreprises partenaires a permis de restructurer leurs méthodes d'analyse des pannes tout en élargissant les options de surveillance disponibles.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



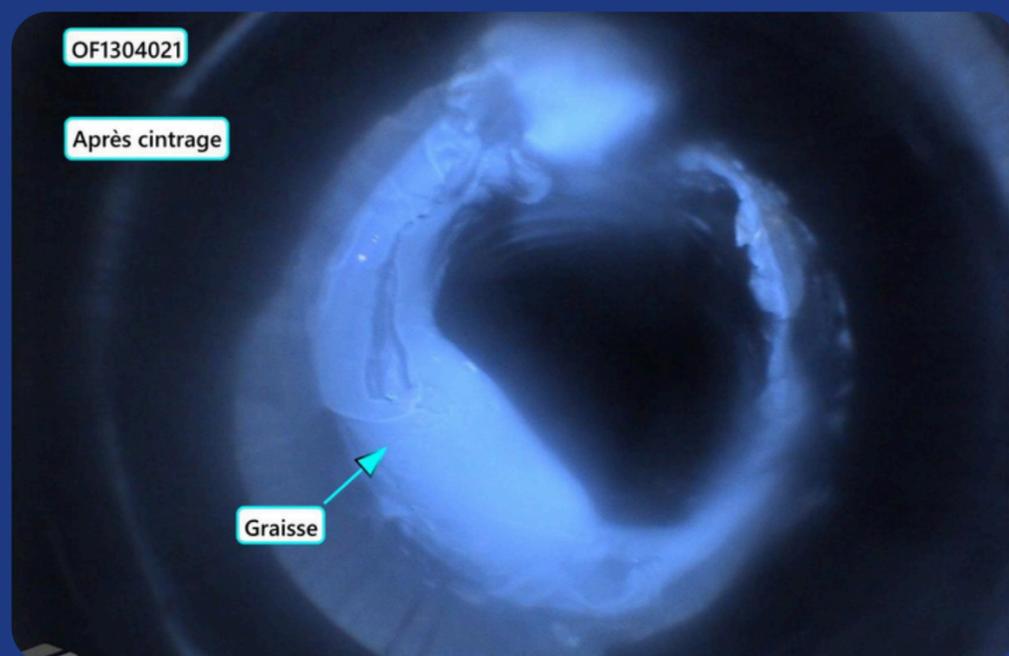
Découvrir la solution



GREASE

Projet terminé en 2022

Contrôler l'état de surface pour la détection de présence de graisse



THEME 3 :
[Contrôles avancés](#)

Chef de projet :
Guillaume Pors

Mots clés :

Contrôle, Propreté, Polluant, Ultraviolet, Infrarouge, Assemblage, Vidéo-endoscopie, Vision

Les enjeux

Démontrer la capacité de détecter et de quantifier de manière non-destructive et sur 100% d'une production la présence de polluant. Le problème consiste à indiquer à l'opérateur si le dégraissage d'une pièce est suffisant. Pour cela, il faut détecter la présence de graisse et évaluer sa quantité pour valider le passage à l'étape suivante ou un nouveau lavage. Ce contrôle de présence de graisse permet aussi de valider le choix du process de dégraissage.

Le contexte

La présence de polluant a un fort impact sur la qualité des procédés d'assemblage comme le soudage ou le collage. L'objectif est de s'assurer de l'absence de polluant avant ces opérations.

Au démarrage du projet, les contrôles étaient réalisés soit par échantillonnage soit au moment de la mise en place du protocole de nettoyage. Il était donc nécessaire d'explorer de nouveaux moyens de contrôle pour tendre vers un contrôle à 100 %.

Les innovations

Le CETIM et R&D Vision se sont orientés sur l'utilisation de techniques infrarouge et ultraviolet. Ces deux technologies ont été testées sur plusieurs cas d'usages. Les résultats des tests confirment la capacité à détecter des polluants de différentes natures alors même que les opérateurs ont des difficultés à les détecter à l'œil nu.

Les impacts

Les différents essais menés sur les cas d'usages ont permis de mettre en évidence les capacités de deux technologies testées pour identifier les polluants sur les surfaces d'intérêts. En poussant la caractérisation du matériel nécessaire, une évaluation de leurs coûts associés à la vue de la performance de détection a été réalisée. Le travail engagé sur des applications à vocations différentes a mis en lumière les possibilités de mise en œuvre dans des environnements variés de la technologie ultraviolet en particulier.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



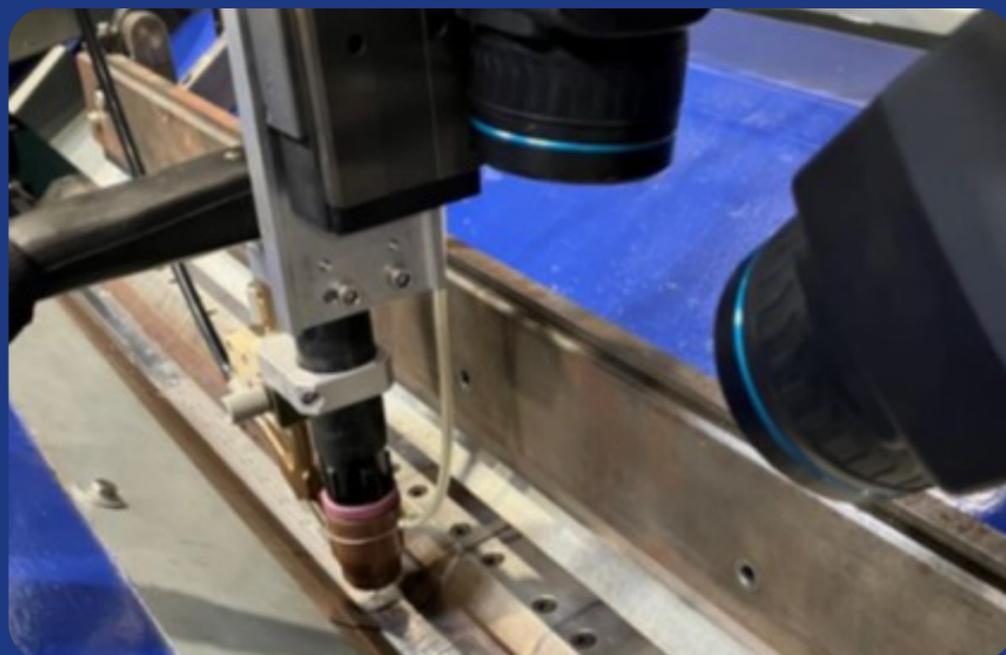
Projet en lien

PRECINET

QUALISOUD

Projet terminé en 2024

Qualité du soudage in-process par thermographie



THEME 3 :
Contrôles avancés

Chef de projet :
Sébastien Saint-Yves

Mots clés :

Thermographie infrarouge, Surveillance en ligne, Réduire la non-qualité, Détection automatique, Contrôle dérive procédé de soudage, Gain de temps

Les enjeux

Le projet QUALISOUD a pour ambition de caractériser les capacités de la thermographie infrarouge passive à révéler les anomalies géométriques et les altérations de la matière au cours du soudage en tant qu'outil de contrôle non destructif. Il s'agit également de formuler des préconisations pour l'implémentation d'un système de surveillance automatisé fondé sur cette technique.

Le contexte

Dans un contexte réglementaire fort, les industriels utilisateurs de solutions de soudage ont besoin d'améliorer les performances et la productivité des contrôles afin de rester compétitif dans un marché fortement concurrentiel. Par conséquent la recherche de solutions innovantes et performantes levant des verrous technologiques représente dans ce contexte un véritable enjeu pour les industriels.

Les innovations

Ce procédé de contrôle non destructif peut permettre une détection des défauts géométriques ou de santé matière au plus proche de leur création, dans le bain de fusion ou dans les premiers millimètres du cordon se solidifiant. Ce contrôle pendant le process de soudage, sur des défauts créés volontairement, s'est avéré pertinent.

Les impacts

Le projet QUALISOUD a permis de réduire, voir de s'affranchir des contrôles traditionnels en détectant de manière précoce l'apparition de défaut, et ainsi de gagner du temps dans la phase de réparation ou de mise au point de nouveaux procédés de soudage.

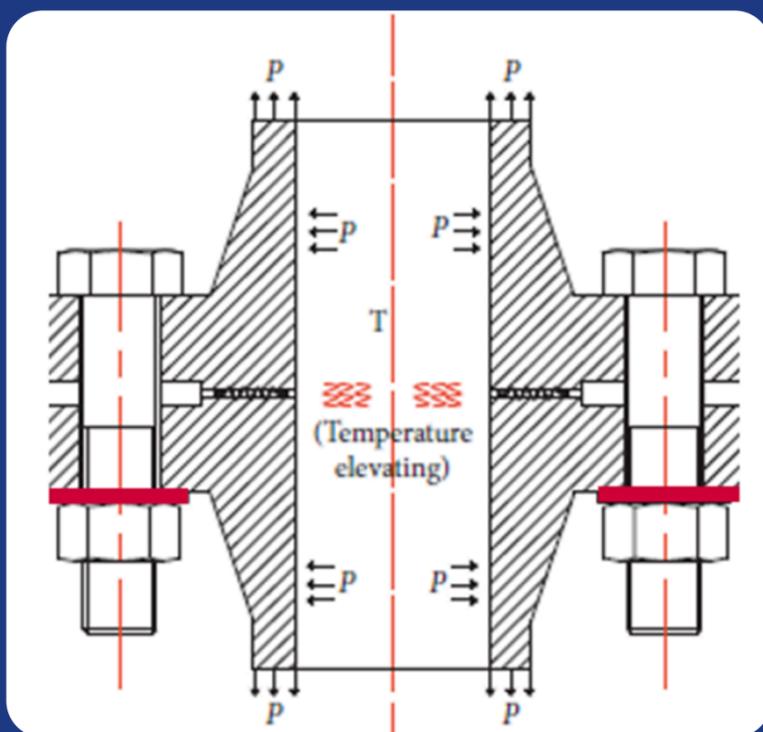
Pour en savoir plus, lire l'article



CESAME F

Projet terminé en 2024

Contrôle de l'Étanchéité et du Serrage et grâce aux Alliages à Mémoire de Forme



THEME 3 :
Contrôles avancés

Chef de projet :
Pierre-Henri Dubois

Mots clés :
Alliage à mémoire de forme, Étanchéité, Serrage

Les enjeux

Les défis actuels liés au serrage et à l'étanchéité dans divers secteurs industriels mettent en évidence la nécessité d'innovations dans ce domaine. Les méthodes traditionnelles, bien que largement utilisées, présentent des limites importantes, en particulier en ce qui concerne les variations thermiques et les contraintes mécaniques. Ces limites entraînent des coûts de maintenance élevés et des temps d'arrêt imprévus, soulignant ainsi le besoin urgent de solutions plus fiables et efficaces. La recherche sur les AMF vise à répondre à ces défis en proposant des solutions novatrices et adaptatives.

Le contexte

Les alliages à mémoire de forme (AMF) ont transformé l'ingénierie des matériaux grâce à leur capacité remarquable à retrouver leur forme initiale après avoir subi une déformation. Cette capacité intrinsèque offre un potentiel d'innovation immense dans divers domaines industriels.

Les innovations

L'innovation majeure réside dans la conception de dispositifs de serrage et d'étanchéité intégrant ces nouveaux AMF. Ces dispositifs exploitent les propriétés des AMF avec comme objectif de fournir un serrage constant et reproductible ainsi qu'une étanchéité fiable, même dans des environnements extrêmes.

Les impacts

Une meilleure compréhension de ces matériaux et de leurs possibles applications en étanchéité et serrage. Les prototypes construits ont permis de tester leur comportements sur divers cas d'application. Avant cette étude, la littérature ne semblait contenir aucun essai mais uniquement des concepts.

Pour en savoir plus, lire l'article



THEME 4

Usine numérique centrée opérateur

 **IMPROVE**

Information transmise à l'opérateur par bracelet connecté

 **SODALITE**

Simulation et optimisation de lignes d'assemblages numériques

 **AGORA**

Assistance aux gestes pour le montage, la maintenance et les opérations de contrôle

 **MAPOP**

Maintenance prédictive d'outils de production

 **SMART**

Support à la maintenance par analyse sémantique des rapports d'intervention

 **ASSET-TRACKING**

Localisation et traçabilité de l'outillage/matériel sur site industriel et chantiers (étude de faisabilité)

 **CONTINUM 4.0**

Continuité numérique entre la CAO et les outils de RV/RA

 **LUTAC**

Lunettes de téléassistance augmentée avec connexion fiable et sécurisée

 **GECO**

Gestion de la co-activité sur une ligne de montage

 **CYBOC**

Etude sur la cybersécurité des objets connectés (Etude de faisabilité)

 **VILOC**

Visseuse avec contrôle de positionnement pour le guidage des serrages et traçabilité numérique

 **EZAW**

Localisation indoor (Etude de faisabilité)

 **SCADROLI**

Scan 3D par lidar mobile (drone, sac à dos, etc.)

 **DASI**

Droïdes au service de l'industrie

 **DIVORA**

Dictée vocale de rapports

 **TEKNUM**

Techniques de numérisation en environnement industriel

IMPROVE

Projet terminé en 2017

Information transmise à l'opérateur par bracelet connecté



THEME 4 :
[Usine numérique centrée opérateur](#)

Chef de projet :
Margarita Anastassova

Mots clés :
IOT, Montre connectée, Ergonomie du poste de travail, Retour vibrotactile

Les enjeux

Le montage automobile est une activité répétitive et complexe, réalisée le plus souvent à une vitesse élevée. La difficulté des opérateurs est d'arriver à traiter une quantité de modèles très variés sur une même chaîne. Ces facteurs engendrent un risque d'omission d'opérations dites « rares » (réalisées une ou deux fois par jour) et peuvent amener à réviser certains véhicules.

Le contexte

Une chaîne de production d'un modèle (ex.: Peugeot 3008) peut contenir différents niveaux de finitions et le caractère routinier des opérations engendre un fort risque d'erreurs notamment chez les nouveaux opérateurs. Ces erreurs sont souvent découvertes tard dans le processus d'assemblage du véhicule. Par conséquent, elles deviennent difficilement rattrapables et engendrent des coûts élevés de reprise. L'objectif du projet IMPROVE est de proposer un dispositif permettant aux opérateurs de rester attentifs aux changements des ordres de fabrication.

Les innovations

Le projet IMPROVE a développé un bracelet léger, compact et résistant, qui envoie des alertes vibratoires différenciées en fonction des opérations rares à réaliser et

du profil de l'opérateur (débutant à expert). Notamment, on utilise un biais cognitif où l'haptique (stimulations vibrotactiles) évite de surcharger la vision de l'opérateur.

Les impacts

Le projet a permis au CEA d'acquérir une connaissance solide du métier des monteurs automobile. Pour PSA et le CEA, il a fourni un cadre pour explorer l'application de dispositifs portés à retour vibratoire sur une chaîne d'assemblage. Pour Goobie, c'était l'occasion d'aborder un nouveau marché pour les objets connectés que l'entreprise développe. Enfin, Magillem a pu adapter une brique logicielle d'interprétation de données pour fournir des informations contextualisées à l'opérateur.

Projet en lien

[CYBOC](#)

Découvrir la solution



SODALITE

Projet terminé en 2017

Simulation et optimisation de lignes d'assemblages numériques



THEME 4 :
[Usine numérique centrée opérateur](#)

Chef de projet :
Ariane Piel

Mots clés :
Continuité numérique, Langage pivot, Jumeau numérique, Modélisation, Optimisation, Simulation, Visualisation

Les enjeux

Aujourd'hui, la révolution numérique qui impacte l'industrie se heurte au problème de la discontinuité numérique: la conception des produits, la gestion et l'optimisation des moyens de production sont assurées par des outils logiciels souvent peu compatibles en terme d'échange des données. Il y aurait pourtant un bénéfice considérable à retirer d'une chaîne numérique embrassant l'ensemble des processus de conception et de production.

Le contexte

Les zones de stockage inter-process assurent une interface fluide entre les îlots d'une ligne de production (cellules grillagées où travaillent des robots). En cas de désynchronisation entre les îlots, par exemple la panne d'un robot, les pièces stockées dans ces zones permettent au reste de la ligne de fonctionner pendant un certain temps. Les zones de stockage représentent cependant un investissement financier significatif; il s'agit donc de minimiser leur taille tout en garantissant un fonctionnement sans heurt de la ligne de production.

Les innovations

SODALITE intègre des modules logiciels hétérogènes pour mettre en œuvre une nouvelle méthodologie de dimensionnement des zones de stockage inter-process.

Elle fait intervenir trois étapes:

1. Modélisation, qui permet de regrouper l'ensemble des données dans un jumeau numérique pour offrir une vision globale du système et de ses processus.
2. Optimisation, qui réduit le nombre des configurations à explorer à l'aide d'un calcul analytique.
3. Simulation, qui aide à choisir parmi les solutions proposées par l'optimisation, la plus petite configuration pour atteindre l'objectif de régularité de production de la ligne.

Les impacts

Pour permettre l'échange et la synchronisation des données entre les modules contribuant au dimensionnement des zones de stockage inter-process, le projet a jeté les bases d'un «langage pivot» voué à combler en partie la discontinuité numérique et a vérifié sa pertinence sur le cas d'usage décrit plus haut.

Projet en lien

[GECO](#)

Découvrir la solution



AGORA

Projet terminé en 2018

Assistance aux gestes pour le montage, la maintenance et les opérations de contrôle par réalité augmentée



THEME 4 :
Usine numérique centrée opérateur

Chef de projet :
Yann Bouju

Mots clés :
Réalité augmentée, Contrôle, Traçabilité, Dispositif d'interaction

Les enjeux

Pour maîtriser la complexité croissante des objets qu'ils produisent, les opérateurs doivent pouvoir accéder à diverses informations d'une manière efficace et intuitive, par exemple pour contrôler des pièces ou pour dérouler une gamme de montage. La réalité augmentée (RA) répond à ce besoin en superposant les données numériques directement sur des images du poste de travail. Cette technologie aujourd'hui mature trouve cependant ses limites dès lors que l'application exige une précision submillimétrique, implique des objets en mouvement, un environnement changeant ou des pièces avec des formes ou des textures peu reconnaissables.

Le contexte

Le projet AGORA aborde précisément des cas d'usage où l'état de l'art industriel de la RA est mis en défaut: l'aide au positionnement millimétrique de capteurs sur un moteur et son contrôle (SAFRAN), la mise en place de vis de fixation sur des couvre-culasses en mouvement (PSA) et le contrôle d'isométrie de tuyaux (NAVAL GROUP).

Les innovations

Ces cas d'usage complexes ont conduit à améliorer les algorithmes de recalage développés par le CEA sur plusieurs aspects :

- extension à des objets courbés, lisses (sans arête franche) et peu texturés,
- recalage sur des objets en mouvement et dans un environnement changeant,
- précision inférieure à 0,5 mm.

Les contraintes opérationnelles et ergonomiques des postes de travail ont été également prises en compte grâce à l'évaluation sur le terrain par les opérateurs utilisant différents systèmes de restitution et d'interaction (tablette, système projectif et lunettes).

Les impacts

La nouvelle version du DiotaPlayer commercialisée par DIOTA a bénéficié des améliorations apportées. Le projet a aussi permis d'aboutir au déploiement industriel du système de RA d'aide au positionnement précis de capteurs dans les usines SAFRAN.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



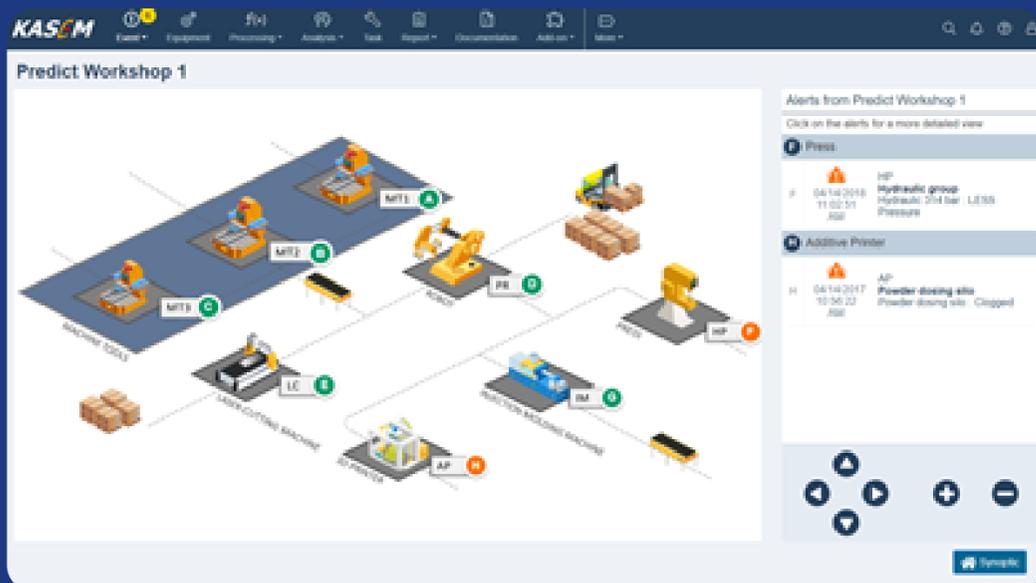
Découvrir la solution



MAPOP

Projet terminé en 2018

Maintenance prédictive d'outils de production



THEME 4 :
[Usine numérique centrée opérateur](#)

Chef de projet :
Marine Depecker

Mots clés :
Big data, Maintenance prédictive, Saas (Software As A Service), PaaS (Platform As A Service)

Les enjeux

La maintenance implique un temps d'immobilisation des machines concernées, qui varie de quelques heures à quelques jours selon le type d'intervention et l'organe touché, réduisant automatiquement la capacité de production de la ligne. Un besoin fort est donc d'exploiter les données mesurées sur les équipements pour générer en amont des messages d'alerte suffisamment précis afin de réduire les temps d'intervention, diminuer les frais généraux, et ainsi accroître le rendement opérationnel.

Le contexte

La maintenance prédictive ou maintenance prévisionnelle s'appuie sur la surveillance en continu des outils de production dans le but d'anticiper les risques de pannes ou défauts et d'optimiser la disponibilité de ces équipements. Des cas d'usages réels de machines-outils dans des centres d'usinage ont été proposés par le Groupe PSA et Safran ; ces derniers ont pu collaborer avec les technoproviders pour évaluer et comparer leurs solutions de Data Management et de Data Analytics sur ces cas concrets.

Les innovations

Le projet MAPOP a permis de concevoir, d'adapter et de mettre en œuvre des briques complémentaires de gestion et d'analyse permettant d'exploiter les données issues de l'instrumentation des machines pour modéliser les comportements des outils, détecter et prédire en amont des pannes ciblées.

Combinées entre elles, ces briques constituent un système d'aide à la décision pour anticiper des pannes sur des machines-outils. Ce résultat a pu être évalué via un logiciel d'analyse sur une plateforme PaaS, développée également dans le cadre du projet, pour remonter l'ensemble des données machine en vue de prévisions de pannes. Une interface synthétise l'information pertinente pour faciliter la prise de décision a été créée.

Les impacts

Le chantier mené dans le cadre de ce projet a démontré l'intérêt de collecter, d'organiser et d'exploiter les données issues des équipements de production. Leur exploitation permet de remonter des prédictions ciblées de probabilités de pannes majeures. La remontée de ce type d'alertes, suffisamment anticipées, fait espérer de meilleures performances et notamment un gain potentiel de rendement opérationnel.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



Projet en lien

SMART

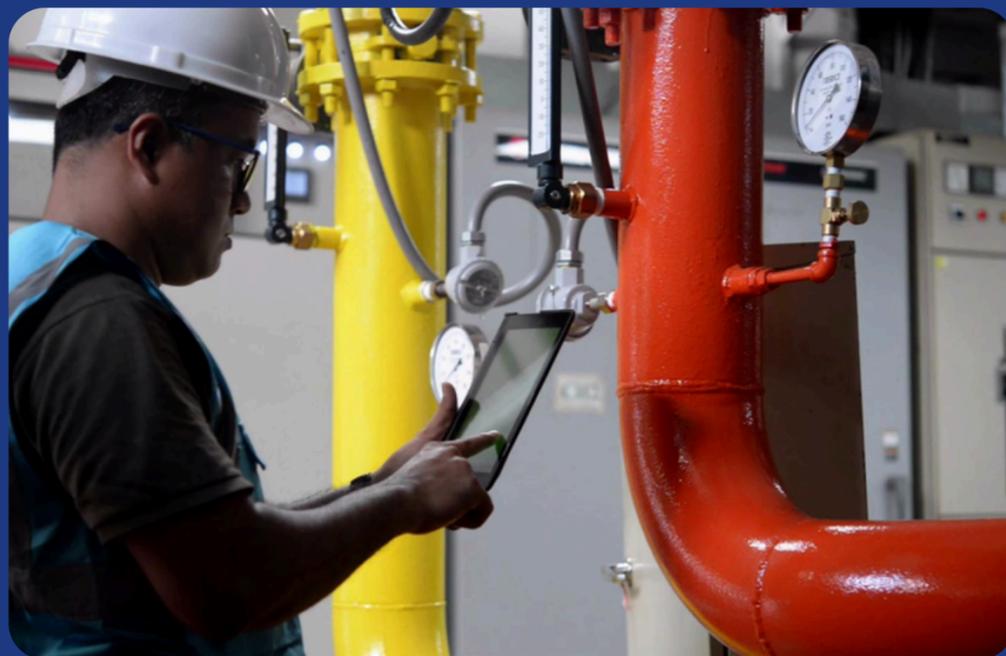
Découvrir la solution



SMART

Projet terminé en 2018

Support à la maintenance par analyse sémantique des rapports d'intervention et des documentations techniques



THEME 4 :
[Usine numérique centrée opérateur](#)

Chef de projet :
Romaric Besançon

Mots clés :
Maintenance préventive, Analyse sémantique, Ontologie, Rapport d'intervention, Documentation technique

Les enjeux

Pour diverses raisons, réglementaires par exemple, l'industrie génère des masses de rapports de plus en plus importantes (maintenance, inspection, qualité...) qui sont souvent simplement archivés. Pourtant, l'exploitation de leur contenu non seulement permettrait une capitalisation des connaissances qui y sont inscrites, mais aussi ouvrirait la voie à des méthodes d'optimisation des processus industriels.

Le contexte

Pour diverses raisons, réglementaires par exemple, l'industrie génère des masses de rapports de plus en plus importantes (maintenance, inspection, qualité...) qui sont souvent simplement archivés. Pourtant, l'exploitation de leur contenu non seulement permettrait une capitalisation des connaissances qui y sont inscrites, mais aussi ouvrirait la voie à des méthodes d'optimisation des processus industriels.

Les innovations

SMART permet la mise en place d'une chaîne de traitement pour extraire et structurer l'information en exploitant des données hétérogènes (rapports, nomenclatures, descriptifs, plan de maintenance, etc.). Le projet propose deux démonstrateurs: le premier est appliqué à la problématique d'analyse et de synthèse des rapports (pannes/défauts/interventions) à grande échelle et le deuxième intègre

des briques d'analyse sémantique et de modélisation permettant de suggérer des optimisations des processus de maintenance.

Les impacts

Le projet démontre l'intérêt du traitement des données à grande échelle par l'amélioration du processus d'analyse et de synthèse de l'information. Il permet en particulier l'optimisation des activités de suivi, de gestion ou de maintenance préventive et conduit à des gains de précision et de productivité.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



Projet en lien

[MAPOP](#)

ASSET-TRACKING

Projet terminé en 2019

Localisation et traçabilité de l'outillage / matériel sur site industriel et chantiers



THEME 4 :

Usine numérique centrée opérateur

Chef de projet :

Margarita Anastassova

Mots clés :

Big data, IOT, Tracking d'objets/personnes, Localisation indoor, Localisation outdoor

Les enjeux

Les entreprises ont un besoin grandissant de localiser, suivre et gérer les mouvements de leurs équipements non alimentés tels l'outillage et les engins de chantier. Il existe un nombre important de systèmes IoT répondant à une partie de ces besoins.

Le contexte

L'objectif principal du projet Asset Tracking était de recenser les solutions IoT existantes et mesurer leur applicabilité aux problèmes exprimés par les clients finaux. Il s'agissait également de leur proposer un outil méthodologique leur permettant de choisir une technologie du marché sur la base de plusieurs critères. Un enjeu important était aussi de proposer une solution capteur dont le coût de revient est en adéquation avec le coût de l'outil ou du matériel à suivre.

Les innovations

Une analyse de l'état de l'art étendue a été réalisée et mise à disposition des partenaires de FactoryLab. Plusieurs solutions potentiellement utiles pour les besoins des différents clients finaux ont été identifiées. Les avantages et les limites de ces technologies pour les cas d'usage proposés ont été mis en avant, ce qui a permis de concevoir un outil

d'aide à la décision lors du choix de solutions à implémenter dans un contexte donné. Enfin, une solution facilement déployable avec un coût maîtrisé et une architecture ouverte et évolutive, répondant à l'ensemble des cas d'usage, a été proposée.

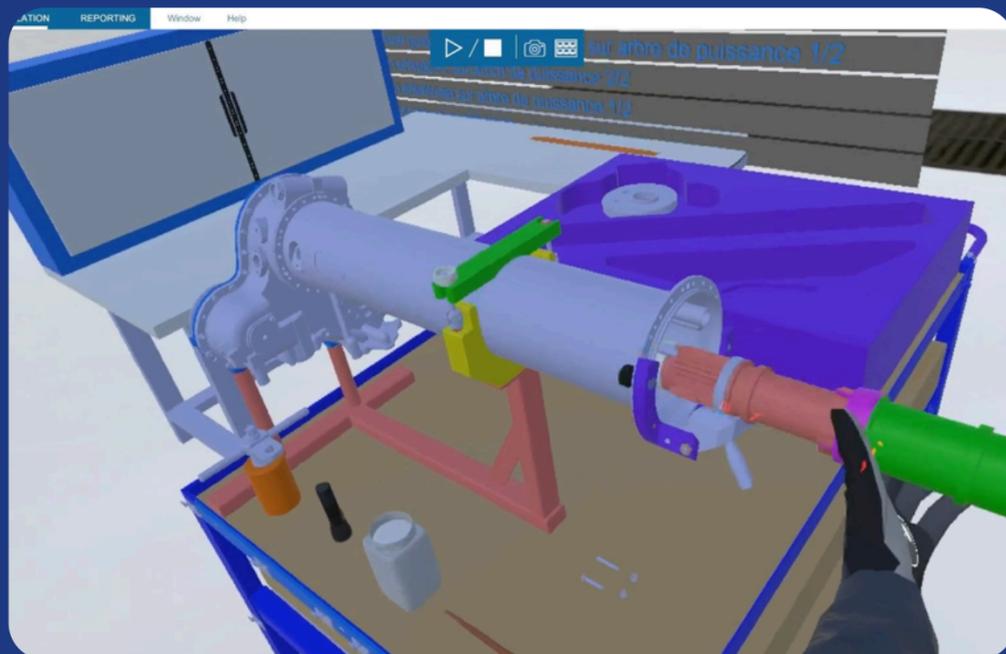
Les impacts

Le projet a permis aux clients finaux d'avoir une vision large des solutions de tracking existantes, avec leurs avantages et limites. Pour le CEA, le projet Asset Tracking était un cadre idéal pour bien cibler les limites des solutions commerciales et proposer une solution IoT innovante et à bas coût, pouvant s'adapter à diverses exigences et contraintes.

CONTINUM 4.0

Projet terminé en 2019

Continuité numérique entre la CAO et les outils de RV/RA



THEME 4 :
[Usine numérique centrée opérateur](#)

Chef de projet :
Claude Andriot

Mots clés :
Continuité numérique, Gamme de montage, Réalité virtuelle, Réalité mixte, Formation

Les enjeux

Le passage de la conception assistée par ordinateur (CAO) à la réalité virtuelle (RV) est onéreux et difficile car il n'existe pas d'outil pour maintenir la continuité numérique des modèles 3D entre ces deux applications. Mutualiser ces données permet de concevoir rapidement des gammes de montage ou de maintenance en RV pour ensuite former les opérateurs à réaliser ces tâches complexes.

Le contexte

L'objectif du projet CONTINUM 4.0 consiste à développer un logiciel de conception de gammes de montage ou de maintenance en réalité virtuelle (RV) et en réalité augmentée (RA) de manière naturelle comme avec une maquette physique.

Les innovations

L'application développée dans le cadre de CONTINUM 4.0 est la première à proposer un format de fichier neutre qui permet d'assurer une continuité numérique entre CAO et RV. Ce format neutre permet d'enrichir la maquette numérique afin de définir les différents comportements mécaniques et les procédures de montage dont a besoin la simulation virtuelle.

Les impacts

Le logiciel CONTINUM permet d'accélérer la création de formations pour les opérateurs en RV, mais aussi de proposer de l'assistance au montage en RA, ou encore de créer une documentation technique. Ce logiciel est arrivé à un niveau de maturité satisfaisant pour être commercialisé et utilisé par les industriels, même si des progrès doivent encore être faits en terme d'ergonomie pour répondre à certains besoins spécifiques.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



Projet en lien

[SEEROB](#)

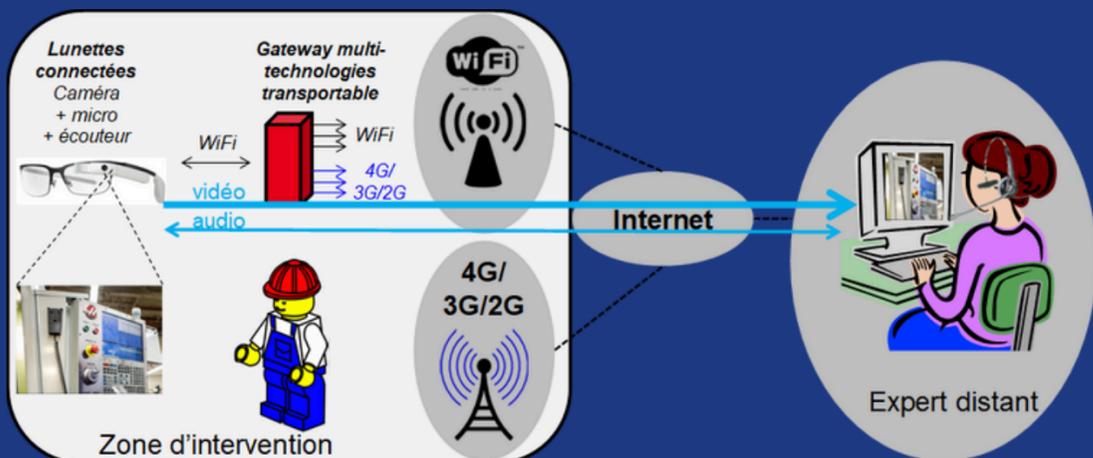
Découvrir la solution



LUTAC

Projet terminé en 2019

Lunettes de téléassistance augmentée avec connexion fiable et sécurisée



THEME 4 :

Usine numérique centrée opérateur

Chef de projet :

Antoine Vialle

Mots clés :

Diagnostic, Connectivité, Dispositif d'interaction, Lunette RA de téléassistance

Les enjeux

Lorsque des dysfonctionnements techniques se manifestent sur des sites reculés (usine, bateau, ...), la seule réponse aujourd'hui est l'envoi d'un expert connaissant l'équipement défaillant. Les coûts en termes de retards, de temps d'expert et de transport sont considérables. Des transmissions vidéo temps réel pourraient permettre à l'équipe locale de solliciter à distance l'expert en lui montrant des images du matériel incriminé. Elles s'avèrent le plus souvent impossibles dans les environnements industriels où la connectivité est insuffisante pour des raisons de couverture et d'interférences.

Le contexte

Les industriels partenaires du projet LUTAC ont souhaité disposer d'une solution complète portable sur site permettant à un opérateur local de dialoguer avec un expert à distance qui verrait la scène « par les yeux de l'opérateur ».

Les innovations

Cette solution comprend des lunettes connectées et des interfaces logicielles de téléassistance. Elle s'appuie sur un dispositif permettant d'assurer une connectivité suffisante pour transmettre de manière sécurisée des flux vidéo temps réel. L'innovation réside dans la conception d'un kit de connexion,

capable de propager une connectivité à Internet depuis un lieu disposant d'une connexion haut débit (par exemple, à l'extérieur d'un bâtiment) jusqu'au lieu d'intervention d'un opérateur dans un environnement plus contraint, malgré les interférences et le manque de couverture.

Les impacts

Le projet LUTAC a validé une solution de lunettes de téléassistance, dotées d'une connexion fiable et sécurisée en environnement industriel. Le démonstrateur réalisé avec les lunettes connectées d'EXPERT TELEPORTATION et le logiciel NEON développé par le CEA LIST, a montré ses capacités à opérer dans des environnements radio divers et à assurer une bonne expérience pour les utilisateurs en terme d'optimisation de la connectivité. A terme, cette solution pourra être utilisée dans une multitude de contextes où une intervention à distance est envisageable.

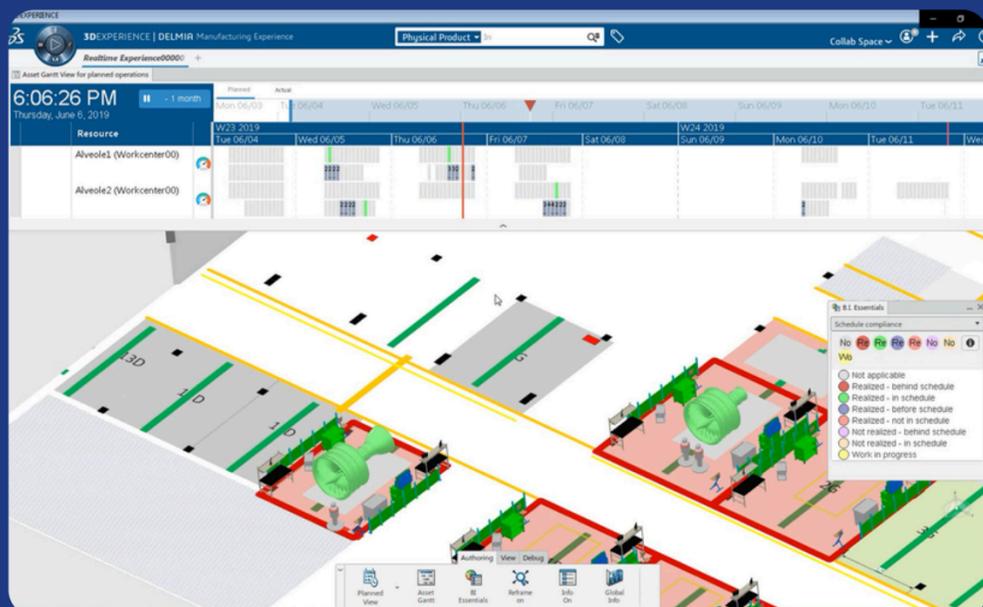
Découvrir la solution



GECO

Projet terminé en 2019

Gestion de la co-activité sur une ligne de montage



THEME 4 :
Usine numérique centrée opérateur

Chef de projet :
Ariane Piel

Mots clés :
Coactivité, Ordonnancement des tâches, Langage pivot, Jumeau numérique, Modélisation, Simulation, Optimisation, Visualisation

Les enjeux

La gestion de l'ordonnancement des tâches est une problématique centrale dans le domaine industriel. La validation et l'optimisation de ces ordonnancements sont trop complexes pour être réalisées via des tableaux Excel. En outre, l'industrie exprime un besoin fort de traiter plus rapidement ces questions pour plus de flexibilité.

Le contexte

La difficulté réside dans la prise en compte de l'ensemble des contraintes et en particulier des contraintes dites de «coactivité». Celles-ci traduisent l'impossibilité de réaliser deux tâches au même moment et au même endroit, par exemple pour des raisons de sécurité comme la peinture et la soudure ou d'accessibilité. Au-delà, il s'agit de gagner en précision (ne plus avoir besoin de retoucher la solution obtenue lors de sa mise en place sur le terrain) et en optimisation (respecter les contraintes tout en minimisant le délai de traitement des tâches).

Les innovations

Sur les fondements du projet SODALITE, en particulier grâce à l'utilisation d'un langage pivot, GECO a développé une suite logicielle outillée intelligente qui se décompose en 4 étapes :

1. Modélisation : créer un jumeau numérique fonctionnel,
2. Simulation : valider la faisabilité de l'ordonnancement des tâches,

3. Optimisation : réaliser les choix d'ordonnancement les plus pertinents (briques déterministes et heuristiques),
4. Visualisation 2D : permettre à l'opérateur de suivre de manière interactive et dynamique les processus en cours de réalisation.

La suite outillée intègre un module d'importation qui permet de générer automatiquement les modèles à partir de tables Excel extraites des bases de données préexistantes.

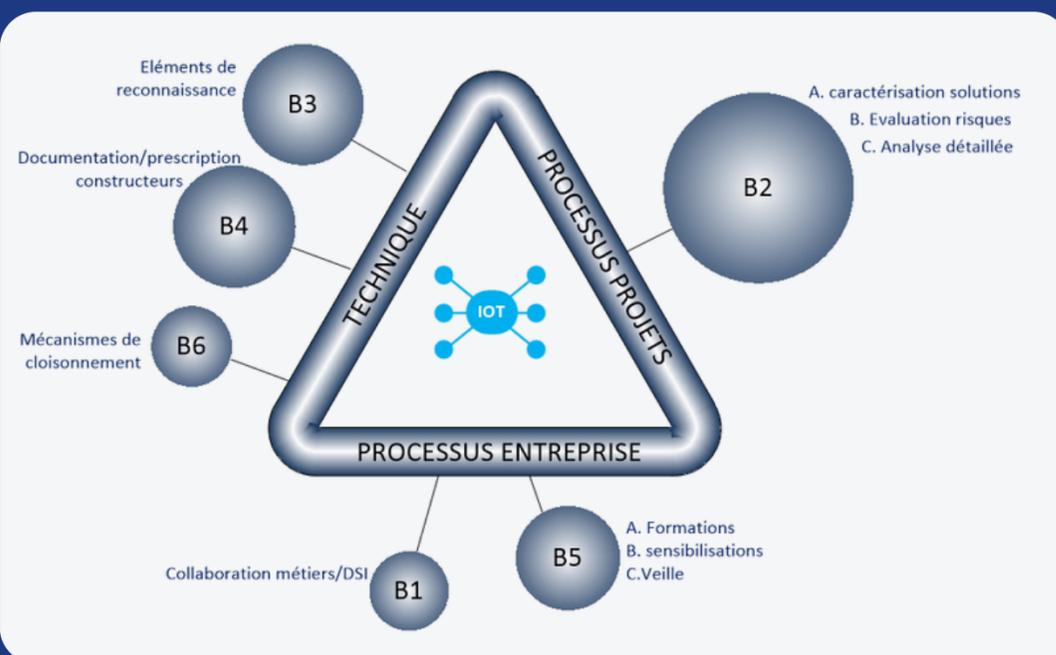
Les impacts

Les résultats permettent une plus grande optimisation dynamique temps réel visant à la replanification des activités à partir des données contextuelles de réalisation dans le jumeau numérique (ce qui a été réalisé, les aléas machine, les aléas d'approvisionnement, les prévisions météorologiques...).

CYBOC

Projet terminé en 2019

Etude sur la cybersécurité des objets connectés



THEME 4 :

Usine numérique centrée opérateur

Chef de projet :

Julien Signoles

Mots clés :

Big data, IOT, Exigences communes, Cybersécurité

Les enjeux

L'introduction des objets connectés dans l'industrie n'est possible qu'à la condition de garantir leur sécurité et celles de leurs communications, tout en préservant la confidentialité des données. Aujourd'hui, chaque entreprise définit sa propre politique, alors que le marché des IOT gagnerait à la définition d'exigences communes en matière de sécurité et d'intégration aux systèmes d'informations des utilisateurs.

Le contexte

CYBOC vise à analyser les questions posées par l'intégration des objets connectés (IOT), puis à préconiser des méthodes de cybersécurité. L'ensemble des partenaires de FactoryLab, tout particulièrement les end-users s'est mobilisé pour atteindre cet objectif.

Les innovations

Le projet a abouti à la création d'un rapport sur la cybersécurité des objets connectés offrant un socle commun aux différentes parties prenantes du monde des objets connectés (IOT). Il introduit ainsi les différentes propriétés de sécurité souhaitables, les besoins IoT actuels, les menaces existantes, les fonctions de sécurité déployables et leurs moyens d'évaluation. Il propose aussi différentes tables de synthèse corrélant ces divers éléments.

Les impacts

CYBOC a permis d'accorder les connaissances des DSI des partenaires et d'améliorer celles des équipes opérationnelles en cybersécurité des IOT. Le rapport offre en effet différentes grilles de lecture pour trouver aisément les informations les plus pertinentes en fonction des priorités du lecteur. CYBOC devrait ainsi contribuer à mieux protéger les systèmes d'information en évitant un certain nombre d'écueils liés aux déploiements de ces objets.

Projet en lien

IMPROVE

VILOC

Projet terminé en 2020

Visseuse avec contrôle de positionnement pour le guidage des serrages et traçabilité numérique des opérations



THEME 4 :
[Usine numérique centrée opérateur](#)

Chef de projet :
Sylvie Naudet

Mots clés :
Moyen de serrage, Localisation d'outil par vision, Contrôle commande, Traçabilité, Ergonomie du poste de travail

Les enjeux

Le vissage de surfaces planes est une opération dont l'assurance qualité est complexe. On constate 10 à 30% de brides fuyardes. En outre, la traçabilité de ces opérations est basée majoritairement sur des enregistrements papier et se prête mal à la numérisation. (On ne traite pas ici de la question de la procédure de serrage).

Le contexte

Les industriels ont besoin d'un processus d'assemblage de pièces vissées garantissant la conformité aux spécifications d'ingénierie, sans possibilité de déviation des procédures et avec une traçabilité totale de l'opération (paperless / full traceability). Des solutions existent sur poste fixe couplant la visseuse à un bras équipé de codeurs ou à des bornes de positionnement, mais elles sont limitées aux postes de travail fixes en intérieur. L'objet du projet VILOC est de proposer une solution autonome et mobile fonctionnant en contexte usine et chantier.

Les innovations

VILOC développe une solution de contrôle de positionnement d'une visseuse par rapport à un assemblage mécanique. Il s'agit de guider l'opérateur et suivre ses opérations pour en vérifier la conformité aux spécifications. La solution proposée est totalement autonome et portable : elle s'appuie uniquement

sur des capteurs intégrés dans l'outil et sur un logiciel de localisation par vision. L'enregistrement des opérations permet de tracer en temps réel l'ordre de serrage et le couple associé directement dans la maquette numérique.

Les impacts

La solution en rupture proposée réduit les possibilités d'erreur ou d'oubli pour l'opérateur. La difficulté majeure est d'assurer un suivi continu de la position de l'embout de la visseuse avec une précision et une stabilité suffisantes pour éviter toute confusion. La solution a été testée sur le cas d'usage vissage de brides, mais de nombreuses autres applications sont possibles telles que le vissage sur moteur ou la traçabilité des retouches de ponçage.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



Projet en lien

[ASSERVUS](#)

Découvrir la solution



EZAW

Projet terminé en 2020

Localisation indoor



THEME 4 :

Usine numérique centrée opérateur

Chef de projet :

Regis Vinciguera

Mots clés :

Localisation indoor

Les enjeux

Même si la localisation de personnes est aujourd'hui résolue en milieu extérieur grâce au GPS, celle-ci reste une problématique majeure dans les milieux intérieurs.

Le contexte

La localisation de personne en milieu intérieur est aujourd'hui un sujet important. En effet, même si la localisation est en grande partie résolue en milieu extérieur grâce au GPS, elle reste une problématique majeure dans les milieux intérieurs où les signaux GPS sont inaccessibles. Les diverses techniques proposées et diffusées actuellement (onde radio, A-GNSS, ultrason, Infrarouge) répondent à de nombreuses applications mais présentent souvent des limitations soit en terme de couverture, de précision ou de contrainte d'installation d'infrastructure dans l'environnement, limitant leur champ d'exploitation.

Les innovations

Le projet EZAW adresse ce sujet en proposant une solution de localisation au moyen d'un capteur visuel embarqué sur une personne. Il s'agit d'une solution autonome ne nécessitant aucune installation d'infrastructure (type bornes) dans l'environnement.

Il répond aux verrous suivants :

- Transition indoor-outdoor
- Absence de signaux GNSS, absence de wifi
- Environnement non collaboratif (bâtiment non instrumenté)
- Portabilité, précision, robustesse
- Plans 3D/2D pas toujours disponibles
- Environnement avec des structures métalliques
- Environnement évolutif et grands volumes

Les impacts

Un système de localisation porté par des personnes dans un chantier ou dans une usine assurant :

- La localisation 6 DOF (Degrees Of Freedom) avec un capteur de vision
- La prise de photos géolocalisées.

SCADROLI

Projet terminé en 2020

Scan 3D par lidar mobile (drone, sac à dos, etc.)



THEME 4 :
Usine numérique centrée opérateur

Chef de projet :
Claude Andriot

Mots clés :
Scan 3D, Lidar mobile, Réalité virtuelle, Logiciels, Maquettes numériques

Les enjeux

Dans de nombreux secteurs d'activités, le suivi de l'avancement des chantiers se fait au travers de réunions de projet collaboratives (souvent à distance). Mais cet exercice est complexe, en particulier parce que l'avancement d'un chantier est difficile à quantifier de manière objective et du fait qu'il implique différents corps de métiers qui ne partagent pas nécessairement la même culture technique.

Le contexte

L'utilisation de maquettes numériques 3D est reconnue comme un support efficace pour mener des réunions projet, par exemple pour objectiver l'avancement d'un chantier, notamment lorsqu'elles mobilisent des métiers divers.

Ces maquettes numériques posent cependant des problèmes au niveau de l'acquisition de données (nuages de points et modèles CAO), de leur mise en forme et de leur traitement. Le projet SCADROLI adresse ces questions afin de permettre des réunions d'avancement collaboratives plus efficaces.

Les innovations

Après un tour d'horizon des solutions de scans mobiles (sur drone ou engin terrestre) et des outils disponibles sur le marché, le projet a développé une

suite de briques logicielles pour simuler une acquisition par un lidar mobile et en estimer sa couverture, puis pour traiter les données acquises afin de préparer les réunions de chantier : recalage, nettoyage des scans, calcul de distance par rapport à une maquette ou un scan antérieur, génération de rapport, etc.

Les impacts

A l'issue de SCADROLI, plusieurs revues de projet en réalité virtuelle collaborative ont été réalisées. Elles se sont révélées très fructueuses en permettant aux intervenants de déambuler dans la maquette numérique, les scans recalés, ou encore des nuages de points porteurs d'une information de distance en fausse couleur.

La chaîne de logiciels produite est à ce jour parmi les plus complètes puisqu'elle va de la préparation des données acquises jusqu'à la revue de projet en réalité virtuelle collaborative.

Pour en savoir plus, voir la vidéo



DASI

Projet terminé en 2020

Droïdes au service de l'industrie



THEME 4 :
[Usine numérique centrée opérateur](#)

Chef de projet :
Mathieu Carrier

Mots clés :
Droïdes, Télédétection laser, Localisation, Guidage par vision, Lidar, Automatisation, SLAM

Les enjeux

Pour réduire la pénibilité au travail et les risques de troubles musculo-squelettiques, les entreprises cherchent à automatiser les tâches d'approvisionnement de matériel dans les usines et/ou les chantiers. Les droïdes TwinswHeel (AGV flexibles) sont un exemple de ces nouveaux moyens autonomes, contrôlés par un système de localisation et destinés à aider les salariés à transporter des charges lourdes.

Le contexte

Les tâches de logistique représentent un poste important dans les coûts de production et les solutions robotiques existantes avec une localisation par télédétection laser (LIDAR) ne contribuent pas à le réduire. L'ambition du projet DASI est de mettre en oeuvre un droïde se localisant grâce à des capteurs peu onéreux, mais capable d'automatiser et de fiabiliser les tâches de logistique.

Les innovations

Le système de localisation du droïde considéré utilise des caméras et un capteur inertiel. Outre qu'ils soient d'un faible coût, ces capteurs sont non actifs, ce qui simplifie notamment leur emploi en atmosphères explosives. Le guidage par vision est fondé sur une fusion des données capteurs et un algorithme de localisation développés par le CEA.

Les impacts

Les droïdes guidés par vision devront permettre :

1. D'accroître de 10% à 25% la productivité des ateliers, en gagnant sur les temps d'approvisionnement,
2. De fiabiliser la logistique
3. De réduire la pénibilité au travail.

Découvrir la solution



DIVORA

Projet terminé en 2020

Dictée vocale de rapports



THEME 4 :
[Usine numérique centrée opérateur](#)

Chef de projet :
Claude Andriot

Mots clés :
Dictée vocale, Analyse Sémantique, TAL (Traitement, Automatique des langues), Rapports d'intervention

Les enjeux

Les processus de production, de maintenance et d'inspection impliquent la rédaction de rapports semi-structurés contenant du texte, des images et des métadonnées. Ces rapports servent de support pour la transmission de l'information et la capitalisation de la connaissance métier. Sur le terrain, le responsable se trouve souvent dans un environnement peu propice à la rédaction et, par manque d'outil et de temps, les rapports sont rédigés «au retour au bureau».

Le contexte

Les systèmes existants de traitement automatique de la parole sont très contraignants pour le rédacteur. Il s'ensuit souvent une perte d'information, ainsi qu'un manque de traçabilité qui limite la capitalisation des connaissances dans les bases numériques. Le projet DIVORA vise à développer un outil de dictée vocale de rapports semi-structurés afin de faciliter la rédaction sur site à partir d'un dispositif nomade (smartphone, tablette, montre, casque, etc.).

Les innovations

Le projet est fondé sur l'adaptation des techniques d'analyse sémantique au traitement des flux de textes issus de la transcription vocale. Ces techniques permettent le développement d'un système automatique d'aide à la

rédaction des rapports où l'opérateur peut se concentrer sur son rapport sans avoir à produire un effort de reformulation pour être compris de l'outil. La difficulté réside dans la capacité à traiter les flux de données transcrits de l'oral avec une précision de qualité très proche de celle obtenue pour les documents écrits.

Les impacts

L'impact à long terme de DIVORA sur les processus industriels porte essentiellement sur des gains de productivité liés à l'amélioration de la qualité des rapports produits, mais aussi par la capitalisation de la connaissance qu'ils renferment et de l'exploitation qui peut en être faite ultérieurement.

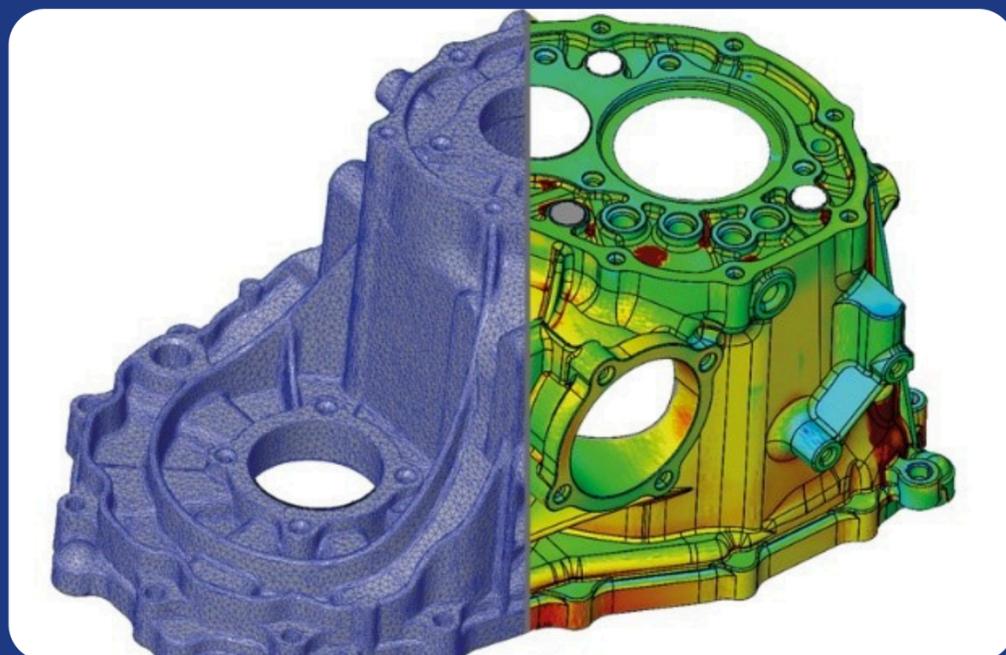
Pour en savoir plus, voir la vidéo



TEKNUM

Projet terminé en 2024

Techniques de numérisation en environnement industriel



THEME 4 :

Usine numérique centrée opérateur

Chef de projet :

Mehdi Boukallel

Mots clés :

Techniques de numérisation 2D/3D, Manufacturing, Détection et mesure de défauts

Les enjeux

Le projet TEKNUM vise à optimiser les technologies de numérisation industrielle 2D/3D pour améliorer la précision, la rapidité et les coûts de détection de défauts dans des environnements manufacturiers. L'enjeu principal est de fournir des solutions permettant une meilleure gestion et maintenance des équipements tout en garantissant une qualité élevée des produits.

Le contexte

Le projet TEKNUM se situe dans le cadre de la transformation digitale des processus industriels, où la numérisation et les jumeaux numériques jouent un rôle clé dans l'optimisation des opérations. Les technologies de numérisation sont devenues essentielles pour gérer les défauts géométriques, dimensionnels et structurels dans des environnements complexes comme l'aéronautique et l'automobile.

Les innovations

Le projet a apporté un éclairage sur les techniques avancées de reconstruction et de détection de défauts, couplant la numérisation à la détection automatisée. Il propose un panorama de solutions logicielles capables de générer des modèles 3D précis et d'intégrer ces données dans les flux de travail industriels existants pour améliorer les processus de contrôle qualité.

Les impacts

Les impacts attendus du projet incluent une amélioration de la qualité des produits finaux, une réduction des coûts de production liés aux défauts, et une optimisation des processus industriels. Ces innovations faciliteront l'adoption de technologies de numérisation dans divers secteurs, améliorant l'efficacité et la fiabilité des opérations.

Pour en savoir plus, lire l'article



FactoryLab

Retrouvez-nous sur :



➡ factorylab.fr