Titre :

Prise en compte de contraintes du procédé d'assemblage dans l'optimisation d’une caisse automobile.

Résumé :

Concevoir et fabriquer rapidement un véhicule reste un défi majeur des constructeurs automobiles. Avec l'augmentation des exigences sécuritaires et environnementales, la recherche de compromis s’effectue dans un espace de possibilités se complexifiant. En effet, les critères sont de plus en plus nombreux, sévères et parfois antagonistes.

A cette effet, l’optimisation fait désormais partie du processus de développement du véhicule. Intégrant un nombre croissant de paramètres (épaisseurs, formes, matériaux…), elle permet d’affiner la qualité des compromis obtenus. Basées sur des simulations par éléments finis, les optimisations classiques en requièrent un nombre compris entre 3 et 10 fois le nombre de variables quantitatives. Ce nombre augmente rapidement en présence de variables qualitatives (présence/absence).

Les liaisons d'assemblage actuellement positionnées avec l'expérience, influent directement sur les performances de la structure du véhicule, par leur position et sur les temps de fabrication par leur nombre. Principalement représentées par des variables qualitatives, leur prise en compte dans les algorithmes d’optimisation classiques augmente le nombre de simulations nécessaires aux études, qui ne répondent plus au calendrier industriel.

Développée au cours de travaux de thèses CIFRE RENAULT précédents, la méthode ReCUR limite la dépendance au nombre de paramètres des optimisations.

Dans ce mémoire, une méthode permettant l'optimisation de la position et du nombre de liaisons d'assemblage est développée, et appliquée pour des prestations de crash.

Cette dernière traite de la réduction de modèle de simulation haute-fidélité de crash-test alliée à de l'apprentissage statistique pour l'exploration d’un espace paramétré.

Une première partie propose une extension de ReCUR, pour la prise en compte des liaisons ponctuelles (points de soudure, rivets), et des liaisons continues (colle), dans la paramétrisation du modèle réduit.

Enfin, une seconde partie s’intéresse à l’application du modèle réduit paramétré dans une démarche d’optimisation, tout d’abord sur un cas de développement, puis à l’échelle d’une caisse complète de véhicule.

Mots-clés : Optimisation combinatoire, Réduction d’ordre de modèle, Apprentissage statistique, Points de soudure, Simulation de crash

Title:

Integration of assembly process constraints in the optimization of a car body.

Astract:

Designing and manufacturing a vehicle quickly remains a major challenge for car manufacturers. With the increase in safety and environmental requirements, the search for compromises is carried out in a space of increasingly complex possibilities. The criteria are constantly becoming more numerous, more severe, and sometimes conflicting.

To this end, optimisation is now part of the vehicle development process. Integrating an increasing number of parameters (thicknesses, shapes, materials, etc.), it allows the quality of the compromises to be finely tuned. Based on finite element simulations, traditional optimisations require a number of them between 3 and 10 times the number of quantitative variables. This number increases rapidly in the presence of qualitative variables (presence/absence).

The assembly links, currently positioned with experience, have a direct influence on the performance of the vehicle structure through their position and on the manufacturing time through their number. Mainly represented by qualitative variables, their consideration in classical optimisation algorithms increases the number of simulations required for studies, which no longer meet the industrial schedule.

Developed during previous RENAULT CIFRE thesis work, the ReCUR method limits the dependence on the number of parameters of the optimisations.

In this thesis, a method allowing the optimisation of the position and number of assembly links is developed and applied to crash-test.

The latter deals with model order reduction of high-fidelity crash-test simulations combined with machine learning techniques for the exploration of a parametric space.

The first part proposes an extension of ReCUR, to take into account point connections (spot welds, rivets), and continuous connections (glue line), in the parameterisation of the reduced order model.

Finally, the second part deals with the application of the parameterised reduced order model in an optimisation process, firstly on a development case, then at the scale of a complete vehicle body.

Keywords: Optimization, Reduced Order Model, Machine Learning, Spot welds, Crash simulation