

Optimisation a posteriori et en ligne du régulateur multi variables d'un système d'optique adaptative

... ou comment voir plus d'étoiles, plus loin dans le ciel ...

Optimisation modale

Description

Lorsque l'on regarde une étoile depuis le sol, l'atmosphère perturbe l'image de l'étoile que l'on peut détecter sur un télescope. L'optique adaptative est une technique visant à corriger cet effet. Une boucle de réglage mesure la déformation du front d'onde incident sur le miroir primaire du télescope et applique une commande de correction sur un miroir déformable.

Problème de bruit

Cette correction est de bonne qualité pour des étoiles très brillantes, mais plus l'étoile devient faible (plus la magnitude est élevée), plus son signal devient bruité et le système a de la peine à effectuer une correction satisfaisante.

Les modes

Le front d'onde incident peut être décomposé en une série de modes spatiaux indépendants les uns des autres. Ces modes ne se comportent pas tous de la même manière en traversant le système.

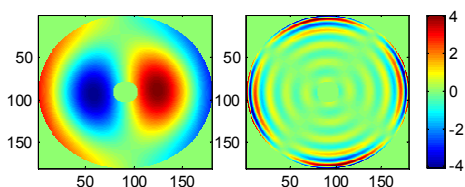


Fig. 1. Représentation de différents modes spatiaux.

L'optimisation modale vise à tirer le meilleur parti de chaque mode en le corrigeant au maximum mais en minimisant la propagation du bruit qui lui est associé.

Les gains optimaux

Le régulateur de la boucle d'optique adaptative est un intégrateur pur. L'optimisation modale va chercher à trouver le meilleur gain à appliquer indépendamment sur chaque mode pour obtenir le meilleur résultat.

Le signal domine en basse fréquence alors que le bruit domine en hautes fréquences.

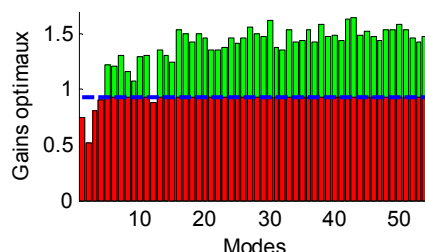


Fig. 2. Les gains modaux après optimisation. En bleu : la limite pour la stabilité du système.

L'ajustement du gain correspond à un ajustement de la bande passante du système. On cherche le meilleur compromis ; transmettre autant de signal que possible sans transmettre trop de bruit.

Résultats

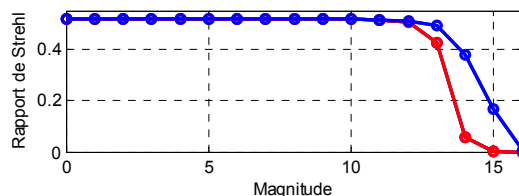


Fig. 3. Comparaison des performances. Rouge : gain « plat » ; bleu : optimisation modale.

Ainsi, les modes les plus utiles sont largement transmis, alors que l'on réduit les modes les moins utiles. Des étoiles alors difficiles à distinguer sont maintenant visibles par l'optique adaptative.

Conclusion

L'ajustement des gains modaux sur un système améliore sensiblement les performances de ce dernier lors d'observation d'étoiles faiblement brillantes. On peut donc utiliser la technique d'optique adaptative sur un plus grand nombre d'étoiles dessinant le ciel.