



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Algorithm design for mixed-integer black-box optimization problems with uncertainty

Thomaser, A.M.

Citation

Thomaser, A. M. (2024, October 22). *Algorithm design for mixed-integer black-box optimization problems with uncertainty*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/4104741>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/4104741>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Samenvatting

Deze dissertatie onderzoekt optimalisatiealgoritmes voor het oplossen van complexe en rekenintensieve optimalisatieproblemen uit verschillende domeinen. Als voorbeeld van een realistisch optimalisatieprobleem beschouwen we het ontwerpen van parameters voor voertuig-dynamische regelsystemen. De toenemende concurrentie in de auto-industrie vereist een op maat gemaakte, snelle ontwikkeling van technologisch geavanceerde voertuigen. Daarom worden de computationeel dure state-of-the-art simulatietechnologieën gecombineerd met optimalisatiealgoritmes.

Dit proefschrift richt zich op één centrale vraag: Hoe kan een optimalisatiealgoritme effectief en efficiënt worden ontworpen om computationeel dure problemen in de echte wereld op te lossen? Deze centrale vraag leidt tot een aantal verdere onderzoeksvragen die het hele ontwerpproces omvatten, van het wiskundige definiëren van de problemen als functies die geoptimaliseerd kunnen worden tot het kwantificeren van onzekerheid in optimalisatie.

Een belangrijke praktische bijdrage van dit proefschrift is de creatie van een dataset die instanties van optimalisatieproblemen uit het veld van voertuigdynamica representeert. Deze dataset vermindert de rekeninspanning die gepaard gaat met complexe simulaties en maakt efficiënte benchmarking van algoritmes mogelijk. Dit vergemakkelijkt de ontwikkeling van geavanceerde optimalisatiealgoritmes voor specifieke uitdagingen in de auto-industrie in een rekenkundig efficiënt en methodologisch robuust kader.

Een centraal aspect van het onderzoek is de ontwikkeling van een meta-optimalisatie methodiek voor het afstemmen van de parameters van de Covariance Matrix Adaptation Evolution Strategy (CMA-ES). De voorgestelde methode omvat het genereren van surrogaat-optimalisatieproblemen die de complexiteit van de oorspronkelijke optimalisatieprobleemlandschappen weerspiegelen. Vervolgens worden de gegenereerde surrogaat-optimalisatieproblemen gebruikt als afstemmingsreferenties

voor de meta-optimalisatie. De uitgevoerde experimenten tonen het potentieel van de aanpak aan voor brede toepassing op verschillende optimalisatieproblemen.

Verder worden de effecten van discretisatie op de prestaties van optimalisatiealgoritmes besproken. Een CMA-ES variant die discrete variabelen kan verwerken wordt onderzocht op verschillende discretisatieniveaus en probleemdimensies. Aanbevelingen voor het aanpassen van de parameters worden gegeven om de prestaties te verbeteren.

Daarnaast wordt een dynamische toewijzingsmethode ontwikkeld om dynamisch evaluaties toe te wijzen aan individuen binnen een populatie. Deze methode kwantificeert de onzekerheid in de selectie van de top individuen. Door deze methode te combineren met CMA-ES wordt het aantal vereiste evaluaties aanzienlijk verminderd. Dit verbetert de rekenefficiëntie in onzekere optimalisatieomgevingen.

Tot slot wordt het potentieel voor het toepassen van het meta-optimalisatie framework op verschillende probleemklassen en industrieën besproken. Bovendien kan de efficiëntie nog verder worden verbeterd, bijvoorbeeld door de rekeninspanning voor evaluaties en functieberekeningen te minimaliseren en een database te ontwikkelen om informatie van eerdere optimalisaties te gebruiken. Daarnaast is de uitbreiding naar multi-objectieve optimalisatie een veelbelovend gebied voor toekomstig onderzoek.