Universiteit Leiden
The Netherlands

Model-assisted optimal control framework for industrial system coupling problems

Wei, X.

Citation

Wei, X. (2026, July 7). *Model-assisted optimal control framework for industrial system coupling problems*. Retrieved from https://hdl.handle.net/1887/4307775

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/1887/4307775

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

Samenvatting

Dit proefschrift onderzoekt koppelingsverschijnselen in industriële systemen en presenteert een modelondersteund optimalisatie- en controlekader, toegespitst op drie representatieve scenario's: systeem-omgevingskoppeling, koppeling tussen systeemcomponenten en systeem-werkmediumkoppeling. Via een stapsgewijze benadering van “classificatie–modellering – maatwerkoptimalisatie” worden de centrale regeluitdagingen van elk koppelingstype systematisch aangepakt.

In het scenario van systeem-omgevingskoppeling wordt, om beslisonnauwkeurigheden door gedeeltelijk waarneembare omgevingstoestanden te verhelpen, een gelaagd gedeeltelijk waarneembaar Markov-beslissingsproces (POMDP)-raamwerk voorgesteld. Aan de hand van TBM-trajectnavigatie als casestudy modelleert de vertrouwenslaag de temporele reeks van historische waarnemingen om niet-waarneembare geologische toestanden impliciet af te leiden, terwijl de gezamenlijke beslissingslaag ruwe waarnemingen en afgeleide vertrouwenstoestanden parallel fuseert. Dit maakt optimale stuwkrachtvoorspelling en padplanning mogelijk zonder expliciete reconstructie van de omgevingstoestand.

In het scenario van systeem-componentkoppeling wordt, om de tegenstelling tussen hoogdimensionale parameterruimten en de onhaalbare kosten van hoogwaardige simulaties te verzoenen, een surrogaatondersteunde one-shot-optimalisatiemethode ontwikkeld. Met behulp van de regeling van temperatuurzones bij reflow-solderen als casestudy wordt een hybride Transformer-CNN-architectuur geconstrueerd die het productieproces omkeert in een end-to-end inverse afbeelding. Deze benadering realiseert een nauwkeurige en snelle voorspelling van regelparameters op basis van beperkte gegevens, zonder iteratieve zoekprocedures.

In het scenario van systeem-werkmediumkoppeling wordt, om de niet-lineaire hysteresis

en overshootrisico's door capacitieve media aan te pakken, een op CMA-ES gebaseerde veilige en gecoördineerde regelstrategie voorgesteld. Met een centrifugaalcompressor als casestudy wordt het gegroepeerde Greitzer-model gebruikt om de pompgrens in realtime te kwantificeren. De regeldoelstelling wordt geherformuleerd van "minimaliseren van responstijd" naar "plannen van haalbare trajecten binnen veiligheidsgrenzen". Vervolgens wordt een evolutionair algoritme toegepast om multivariabele PID-parameters online te optimaliseren. De voorgestelde strategie onderdrukt overshoot effectief en verbetert de robuustheid in drie typische bedrijfstoestanden.