

## Arbitrary Marginal Neural Ratio Estimation for Likelihood-free Inference

**Auteur :** Rozet, François

**Promoteur(s) :** Louppe, Gilles

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme :** Master : ingénieur civil en science des données, à finalité spécialisée

**Année académique :** 2020-2021

**URI/URL :** <https://github.com/francois-rozet/amnre>; <http://hdl.handle.net/2268.2/12993>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---



UNIVERSITY OF LIÈGE  
SCHOOL OF ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCE

---

# Arbitrary Marginal Neural Ratio Estimation for Likelihood-free Inference

---

A dissertation submitted in partial fulfillment  
of the requirements for the degree of  
*Master of Science in Data Science and Engineering*

*Author*  
François ROZET

*Advisor*  
Pr. Gilles LOUPPE

Academic year 2020-2021

# Abstract

In many areas of science, computer simulators are used to describe complex real-world phenomena. These simulators are stochastic forward models, meaning that they randomly generate synthetic realizations according to input parameters. A common task for scientists is to use such models to infer the parameters given observations. Due to their complexity, the likelihoods – essential for inference – implicitly defined by these simulators are typically not tractable. Consequently, scientists have relied on “likelihood-free” methods to perform parameter inference. In this thesis, we build upon one of these methods, the neural ratio estimation (NRE) of the likelihood-to-evidence (LTE) ratio, to enable inference over arbitrary subsets of the parameters. Called arbitrary marginal neural ratio estimation (AMNRE), this novel method is easy to use, efficient and can be implemented with basic neural network architectures. Through a series of experiments, we demonstrate the applicability of AMNRE and find it to be competitive with baseline methods, despite using a fraction of the computing resources. We also apply AMNRE to the challenging problem of parameter inference of binary black hole systems from gravitational waves observation and obtain promising results. As a complement to this contribution, we discuss the problem of overconfidence in predictive models and propose regularization methods to induce uncertainty in neural predictions.