

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Quantum Dots and Quantum Optimal Control
Jméno autora:	Bc. Ludvík Cigna
Typ práce:	diplomová práce
Fakulta:	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
Katedra:	Katedra Fyziky
Oponent práce:	Mgr. Ing. Peter Staňo PhD.
Pracoviště oponenta práce:	Center for Emergent Matter Science, RIKEN, Japan

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
The assignment was to become knowledgeable about semiconducting quantum dots and optimal control and explore the optimal control for possible exploitation of quantum dots for quantum information processing. The assignment is rather broad, allowing for exploring many possible directions. The wide scope of the assignment makes it demanding for the student to select the application area.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce proti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
The assignment was fulfilled excellently. The author has thoroughly reviewed the topics, from technical details for quantum dot measurements to several methods in optimal control and estimation theory. He has also applied selected methods to real-world data.	

Zvolený postup řešení	vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
The work strikes the right blend in the effort invested into exploring the theoretical foundations of the optimal control methods and applying the estimation and filtering to data obtained with rf-reflectometry measurements with GaAs quantum dots.	

Odborná úroveň	výborná
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
The work has an unusually high level. The author has reviewed a number of methods of optimal control and statistical processing and modeling. He was able to pin the essence of these methods and judge their possible usage. Overall, the theoretical part of the work reads like an authoritative review written by an expert in the field.	

Formální a jazyková úroveň	výborná
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
The work is well written, considering the text flow, structure, and format. I was not able to find any typos, except for the „x“ instead of „f(x)“ in the first line of Eq. (C1). Also, I believe that the „up“ and „down“ arrows in Fig.2.7 should be „0“ and „1“ (empty and filled dot), not spin up and down. For spins, the voltage traces would look different. I acknowledge the careful text proofing done by the author. One thing to complain about are the figures in Sec. 5.3. They are next to unreadable and are not visually appealing. It was also not clear to me what do they	

actually show. The deficiencies of these figures, which present the core of the practical results, diminish the overall impression.

Výběr zdrojů, korektnost citací

výborné

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

The research sources are adequately cited. The work contains a large number of references, which are relevant and which the author studied in detail. The amount of literature covered and commented in depth is impressive.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Overall, the work is outstanding. To fulfill my role as the opponent, I now present some critical comments. They can serve as a basis for the discussion during the defense.

With the theoretical part of the work on a high level, the results of the application to the actual data remain disappointing. It is not clear from the text why this is so.

1. (Page 35): „...resources scale with the number of variables, which in turn are proportional to the number of time steps“.

Since the system matrices are assumed time-independent, I do not see why the „number of variables“ grows with the number of time steps. Kalman filter, or similar Markov chain data processing, can easily process millions/billions of measurements (here: thousands of traces with thousands of timesteps each at least) on a single desktop. Why this is not the case here?

2. (Page 35): „POP is very resource intensive...“ [and it precluded using it for some tasks]

The considered binary system (with a single transition rate?) seems to be the simplest possible estimation setting. If any method is hardly applicable here, then I do not see when could it be applicable. Which part of the physical system and its model makes POP not applicable? It is not the training data, as they can be produced in gigabyte or terabyte quantities for this system.

3. A typical (e.g. Tab. 5.1) result of the analysis was that one of the two “trained” matrices’ sets fits better any „validation“ trace. Then, whatever the input, it is estimated to be a fixed state. Allowing for such a behavior seems as the method’s inherent flaw or at least very strange. Any clue what is the underlying reason? Is it with the method, a small volume of training data, device physics, or something else?
4. What is one supposed to see on Figs. 5.5-5.8? The colored lines look like typical responses generated by some very simple (very small) ARMA fits, and the grey line is like white noise. It is strange to see a single trace be used as the training set (Fig. 5.5). 10 traces is also not many. A) What is the meaning of the single grey line plotted if there were several training trajectories? Is their average plotted, or something else? B) what is the supposed correspondence between the gray and colored lines in these figures?

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

The work is outstanding in all aspects; any deficiencies are minor. I suggest the highest evaluation marks.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 19.1.2024

Podpis:

