

V předložené diplomové práci se student zabývá otázkou, jak pro kvantové systémy kolektivního spinu realizovat nelineární kubickou operaci. Kubická operace, jejíž Hamiltonián je tvořen třetí mocninou operátoru polohy, je v kvantových systémech se spojitými proměnnými jednou ze základních operací potřebných pro univerzální zpracování informace. Systémy kolektivního spinu lze pro velký počet individuálních spinů pomocí spojitých proměnných aproximovat. V předložené práci ale autor uvažuje situaci, kdy jednotlivých spinů je málo a celkový systém tedy odpovídá spíše stavu momentu hybnosti. Toto je na jednu stranu přínosné, neboť to umožňuje realizaci kubické operace pouze za pomoci základních rotací a stlačení, na druhou stranu to ale, v důsledku velikosti Hilbertova prostoru a nekomutativitě operátorů, limituje numerickou analýzu.

Práce je rozdělena do tří částí. Po stručném úvodu následuje stručné nastínění užitých teoretických nástrojů: spinových operátorů, spinových stavů a jejich reprezentace a metod zobrazení stavů. V druhé části je prezentován postup pro realizaci kubické operace spočívající v jejím rozkladu na operace nižších řádů – rotace a stlačení. Jádro práce je pak ve třetí části, kde jsou prezentovány numerické simulace navržené operace. V rámci simulací je analyzována kvalita operací a řeší se i optimalizace parametrů. Stručný závěr nakonec práci shrnuje.

Práce je psána anglicky a po gramatické a stylistické stránce ji, až na drobnosti, není co vytknout. Bohužel je ale potřeba vytknout obsahovou srozumitelnost textu. Popis metod a výsledků není vždy úplně jasný. Veličiny, parametry a značení jsou navíc často používány bez řádné definice. Toto je podle mě velká škoda, neboť po stránce výsledků práci pokládám za zdařilou. Práci **doporučuji k obhajobě** a, vzhledem k potížím s prezentací, navrhuji **hodnotit stupněm C**.

Otázky k diskusi při obhajobě:

1. Na obrázku Fig. III. 6 je vidět, že *universal* operace je lepší, než *local* operace. Na obrázku Fig. III. 8 je tomu naopak. Čím je toto způsobeno?
2. V analýze byl maximální efektivní čas operace cca 10^{-3} . Tato hodnota je velice malá. V systémech se spojitými proměnnými by taková operace byla prakticky nepozorovatelná. Čím to, že v systémech uvažovaných v diplomové práci je tato hodnota už dostačující?
3. Rozklady (2.1.6) – (2.1.9) jsou odněkud převzaty, nebo se jedná o originální výsledek práce?
4. Významnou součástí práce byla analýza robustnosti porovnávající závislost kvality operace na odchylkách vstupních parametrů. Jaký je verdikt? Konkrétně například: Jakou nejistotu ve znalosti parametrů je možno tolerovat?

Komentáře, hlavně jako zpětná vazba pro autora práce:

1. Na stránce 5: Stav $|g_i\rangle$ a $|e_i\rangle$ nejsou definovány ani vysvětleny. Tvzení, že anihilační a kreační operátory vytvoří (nebo zničí) atom v těchto stavech nedává moc smysl.
2. Stránka 6: parametr β v rovnici (1.2.1) není definován. Je to číslo? Vektor? Jaký má vztah k Ω z rovnice (1.2.2)?
3. Stránka 8: Dickeho stavy jsou použity dříve, než jsou definovány. Jsou navíc definovány pro systém N spinů a není vysvětleno, jak se vztahují k jedné částici ve stavu momentu hybnosti uvažované na začátku sekce 1.3.

4. Stránka 9: Parametr S v rovnici (1.4.2) nevysvětlen.
5. Stránka 10: Názornosti by prospělo, kdyby parametry θ a ϕ byly i v obrázku I. 3.
6. Obrázek I. 4 není odkázán v textu. Navíc bez vysvětlení zobrazuje stavy, které jsou zavedeny až v následující sekci.
7. Stránka 12: “It is well known” je formulace, které je dobré se v odborném textu vyhnout. “A procedure that equally for all states is considered universal” je pravděpodobně překlep, protože takto věta nedává smysl. Nejsou řádně specifikovány stavy, na kterých je operace simulována. Z textu a popisu se dá usoudit, v které ose jsou stlačeny, ale hodnoty jejich posunutí nikde zmíněny nejsou.
8. Operace (3.1.4) obsahuje několik členů, u kterých je potřeba použít S-T aproximace. Když se dále v textu píše o počtu kroků S-T aproximace, není jasné, zda číslo odpovídá celkovému počtu operací, nebo počtu operací na každý dílčí krok.
9. U obrázku III. 2 není jasné, pro jaký kvantový stav je analýza provedena.
10. Stránka 25: První odstavec je v polovině roztržen a nenavazuje.
11. Stránka 27: příslušné hodnoty χ_T by byly užitečné i v obrázku, nejen v textu.
12. Stránka 29: „a linear operator“ pravděpodobně znamená operátor rotace. Bylo by dobré to napsat konkrétně a specifikovat osu.