

Posudek na diplomovou práci Michala Konopy Kvaziparalelní optimalizace simulovaných systémů pomocí genetických algoritmů

Diplomant se v práci zabývá aplikací genetických algoritmů na optimalizaci v případě počítačové simulace. Problém efektivity optimalizace v oblasti simulace je starý téměř tak jako simulace na číslicových počítačích sama a spočívá v náročnosti na výpočetní čas. Optimalizují se totiž až na velmi řídké výjimky vždy hodnoty, které lze vyjádřit jako časové integrály hodnot měnících se v simulovaných systémech, takže pro dosažení každého případu, jehož hodnoty do procesu optimalizace vstupují, bylo třeba provést příslušný simulační pokus až do konce, takže N takových případů, které do procesu optimalizace vstupují, potřebuje $N \times T$ strojového času, kde T je průměrná doba pro jeden simulační experiment.

V osmdesátých létech minulého století se ve své disertaci (v té době nazývané kandidátská) na MFF KU dotkl její autor Jiří Weinberger po prvé velmi netradiční metody, v níž se cesta k optimu uskutečňuje už v procesu integrace, tj. během dynamiky simulačních pokusů, a při té cestě se zavrhuje málo perspektivní varianty a nahrazují variantami, u nichž je pravděpodobnost, že spíše povedou k optimu. Bylo při tom využito faktu, že optimalizace má smysl jen pro tak zvaný steady state systému a tedy i jeho počítačového modelu, při tom se okamžik, kdy nastane, předem neví (ba dokonce se tento okamžik může pohybovat vzhledem k různým hodnotám parametrů systému), a tak se „pro jistotu“ integruje až po delší době a déle.

V době práci na disertaci se u nás mnoho o genetických algoritmech nevědělo a tuto techniku tedy Dr. Weinberger neuplatnil. Ovšem jakmile se kdekoliv poznalo o genetických algoritmech více, idea aplikovat je i na metodu objevenou Dr. Weinbergerem ihned zaujala pozornost. Genetické algoritmy byly pro optimalizaci v oblasti simulace aplikovány, avšak v té konvenční formě, tj. „s integrací v každé variantě až do konce“. Na příklad na univerzitě v italském Janově byly vypracovány v tomto ohledu mnohé optimalizační metody a z této univerzity byli dokonce v roce 2000 vysláni na tříměsíční stáž na univerzitu v Ostravě dva doktorandi, aby se s principy jak té zmíněné metody tak s použitelných programovým vybavením (konkrétně s programovacími jazyky povolujícími objektově orientované, procesově orientované a blokově orientované programování) pod mým vedením seznámili. Přes to všechno a přesto, že byli oba dva později při završení svého doktorského studia v Itálii klasifikováni za programové produkty, které u nás vytvořili, nejlepším ohodnocením, na syntézu Weinbergerova přístupu s genetickými algoritmy si netroufli.

Mezi několika obtížemi implementace je totiž jedna, která nemá žádnou analogii někde jinde, a to je současné modelování několika dynamických systémů (tedy systémů měnících své stavy v čase), při čemž průběh času v každém z nich je v obecném případě nezávislý na průběhu času v ostatních modelovaných systémech. Jelikož při programování v oblasti simulace je vyžadována (a ovšem i oceňována) úzká relace mezi „viděním“ (world viewing) simulované části možného světa a evidencí, jak je ta část světa reprezentována v použité výpočetní technice, lze metodu, o kterou v diplomové práci jde, chápat jako modelování systému složeného z více světů, z nichž je každý vybaven newtonovským časem nezávislým na čase ostatních světů, při čemž však tyto světy mezi sebou interagují a dokonce se vzájemně likvidují, aby vytvořily jiné podobné světy. Běžná technika kvaziparalelního programování, spočívající v přepínání procesů dle plynoucího simulovaného času, která velmi usnadňuje programování konvenčních simulačních pokusů, v daném případě selhává a musí být nahrazena hierarchií dvou úrovní její aplikace. Žádný prostředek se v tomto ohledu nejeví jako teoretická exaktní podpora, neboť výše popsanou metaforu lze charakterizovat jako aplikaci exaktní teorie, mezi


jejímiž individui jsou nositelé jiných teorií, nebo popis systému v exaktním jazyku, kde mezi prvky systému jsou nositelé jiných exaktních jazyků, které používají ke své existenci.

Z programovacích prostředků jsou v tomto případě pouze jazyky Simula, Beta a Java. Při tom Beta má syntaxi tak vzdálenou od běžných programovacích prostředků i od přirozené angličtiny, že je lépe se jí vyhnout, a Java má podstatnou nevýhodu v tom, že přepínání mezi procesy kvaziparalelních struktur je ovlivněno stavem operačního systému použitého počítače, takže simulační experimentování není obecně reprodukovatelné. Doporučil jsem diplomantovi použít jazyk Simula, a to i proto, že v něm programoval svůj produkt Dr. Weinberger a také proto, že je vybavena velmi vhodnými programovacími prostředky pro simulaci, takže diplomantův programový produkt bude relativně snadno použitelný pro optimalizaci i velmi složitých systémů.

Diplomant pracoval velmi samostatně, protože ukončení mého zaměstnání na MFF KU mě orientovalo na univerzitu v Ostravě, takže přímá komunikace byla velmi omezena. Nastudoval jednak jazyk Simula s jeho výše zmíněnými prostředky pro definice jazyka schopného popisovat systémy složené ze vzájemně komunikujících nosičů jiných jazyků a pro popis systémů složených ze „světů“ vybavených vzájemně nezávislými průběhy newtonovského času. Dále důkladně nastudoval potřebné partie teorie a aplikací genetických algoritmů a sofistikovaných testů pro porovnávání chování simulačních experimentů. Sestavil optimalizační software zadaný tématem diplomové práce a vyzkoušel ho jak na „umělých“ případech, kde se chování softwaru dá alespoň do jisté míry odhadnout, tak na realistických případech. Nastudoval též chování softwarového systému, který vytvořil a používá Dr. Weinberger, a porovnal chování a použitelnost tohoto systému se svým produktem. Jak v práci ukazuje, jeho produkt je v mnohém lepší.

Práce je napsána profesionálně. Připomínám, že diplomant musel vyjádřit (výše zmíněné) vztahy, pro které se velmi obtížně hledají jazykové prostředky, a to jak v přirozené češtině tak v jazyku matematiky. Složitost a neobvyklost popisované materie vede někdy k takové složitosti jejího popisu, že se ten popis zdá málo srozumitelný, avšak jsem přesvědčen, že větší srozumitelnosti by bylo možno dosáhnout jen za cenu ztráty přesnosti.

Doporučuji ohodnotit práci jako výbornou a uvažovat o tom, zda by diplomant neměl na jejím předmětu pokračovat ve formě doktorského studia.



Prof. RNDr. PhDr. Evžen Kindler, CSc