PROGRAMA DE FÍSICA DO PROJETO MACACO

María Elena Pol e Ronald Cintra Shellard

Depto. de Física, PUC/RJ

Um grande número de problemas físicos são muito complexos para serem resolvidos pelos métodos analíticos usuais, e tem sido estudados através de métodos de simulação numérica. Por outro lado, estes estudos, com freqüência são limitados pela capacidade dos computadores convencionais e pela limitação de tempo, mesmo em supercomputadores. Recentemente, uma variedade de arquiteturas paralelas de computadores, tem sido exploradas pelos físicos teóricos para estudar problemas matematicamente complexos, atingindo performances equivalentes às de supercomputadores, com um custo que é uma fração do destes (1)

Uma colaboração entre o departamento de Física da PUC/RJ, a COPPE/UFRJ e o departamento de Ciência dos Materiais do IFQUSP, São Carlos, foi formada com o objetivo de desenhar e construir um computador com arquitetura paralela de alto desempenho. Um dos projetos, dentro do projeto MACACO (MÁquinas de CÁlculo COordenado), escolheu uma estrutura paralela com a topologia de um hipercubo, com as placas de processamento baseadas nos microprocessadores do tipo TRANSPUTER da INMOS inglesa.

O primeiro protótipo do projeto MACACO será baseado no processador IMS T414 de 32 bits. Este processador é relativamente lento em computações com ponto flutuante, e para superar esta limitação, a segunda etapa do projeto consiste em melhorar o desempenho do T414 acoplando-o a unidades aritméticas rápidas do tipo WEITEK 1164/1165, ou então usando as novas versões do T414 com desempenho de ponto flutuante, as F424 anunciadas pela INMOS.

Os processadores Transputer utilizam a linguagem de programação (de alto nível) OCCAM, desenhada com vistas ao paralelismo de multiprocessadores. A linguagem OCCAM permite ao programador especificar o programa em termos de processos concorrentes, que comunicam-se através da troca de mensagens pelos canais de comunicação (cada Transputer tem quatro

canais de comunicação bidirecionais).

O objetivo principal dos físicos envolvidos no projeto MACACO é usar a máquina para realizar simulações numéricas de teorias de campos, usando o método Monte Carlo.

No presente estamos implementando,em OCCAM, quatro problemas de simulação numérica diferentes, cada um exigindo mais de um aspecto diferente do "modelo OCCAM" de concorrência. Estes problemas são: a) modelo $\lambda\phi^4$, b) modelo sigma linear de Gell-Mann-Levi, c) modelo de gauge abeliano, e d) modelo de redes neurais.

O modelo $\lambda\phi^4$ é uma das teorias de campos mais simples, no entanto já apresenta estrutura não linear e os efeitos não perturbativos são não triviais (2,3). Este modelo serve de "benchmark" geral para a máquina, pois temos já experiência em simulação deste modelo no CYBER 175 da PUC/RJ e num CRAY X-MP do Lawrence Livermore Lab.

O modelo sigma linear de Gell-Mann-Levi é de interesse especial,pois através dele talvez seja possível determinar, teoricamente, a massa do bóson de Higgs (4), que é o "missing link" do modelo das interações Eletrofracas. Este problema permitirá testar a eficiência da máquina na manipulação de tabelas extensas, que são as tabelas de multiplicação do grupo SU(2).

O modelo de gauge abeliano (Eletrodinâmica Quântica compacta) aborda um problema onde as variáveis agora estão nas ligações entre os sítios da rede, exigindo uma codificação diferente da do modelo $\lambda\phi^4$.

Por último, mencionamos o modelo de redes neurais, baseada nas teorias de vidros de spin. Neste problema, procura-se simular o comportamento da memória humana através de modelos matemáticos (5). A simulação numérica destes modelos estabelece comunicação entre todos os sítios (um a um) de uma rede neural. Este problema é particularmente exigente nos canais de comunicação da rede de processadores, dando origem, possivelmente, à localização de estrangulamentos nos canais de comunicação.

Estes programas estão sendo implementados no sistema de desenvolvimento do TRANSPUTER T414 da COPPE/UFRJ.

Referências

(1) C.L. de Amorim, R.C. Shellard "Máquinas de Cálculo Coordenado" (nota científica 11 /86 PUC/RJ).

(2) M.G. do Amaral e R.C. Shellard "The Continuum Limit of $\lambda\phi^4$ in the Broken Phase", Phys. Lett. B171, 285 (1986).

(3) M.G. do Amaral, C.A. Aragão de Carvalho e R.C. Shellard "Numerical Simulation of $\lambda\phi^4$", Rev. Bras. de Física 14, 24 (1984).

M.G. do Amaral, C. A. Aragão de Carvalho, M.E. Pol e R.C. Shellard" $\lambda\phi_2^4$ at Finite Temperature", Phys. Lett. 165B, 117 (1985).

M.G. do Amaral, C.A. Aragão de Carvalho, M.E. Pol e R.C. Shellard "A Monte Carlo Study of Finite Temperature $\lambda\phi^4_{2,3}$", Z. Phys. C 32, 609 (1986).

(4) R. Dashen e H. Neuberger "How to get an upper bound on the Higgs mass", Phys. Rev. Lett. 50, 1897 (1983).

(5) D.J. Amit "The properties of Models of Simple Neural Networks" (preprint RI/86/56, Racah Inst., Israel) a ser publicado nas atas do "Heidelberg Symposium on Glassy Dynamics 1986".