



ApenMP: an OpenMP support for Anahy model

**Cristian Fernando Flores Castañeda
Gerson Geraldo Homrich Cavalheiro, Dr.**



Sumário

- Introdução.
- Objetivos.
- Anahy.
- ApenMP.
- Resultados de desempenho.
- Conclusões e Trabalhos Futuros.

Introdução

- Multiprogramação Leve.
- Pthreads - Paralelismo de tarefas.
- OpenMP - Paralelismo de dados.
- Athreads
 - Implementação do modelo Anahy.
- Anahy
 - Ambiente de execução para arquiteturas paralelas.
 - Memória compartilhada.
 - Memória distribuída.

Objetivos

- Utilização dos recursos de execução de Anahy através de aplicações especificadas em OpenMP.
- Objetivos específicos:
 - Criação do pré-processador para tradução;
 - Criação de funcionalidades para suporte à OpenMP;
 - Avaliação dos resultados obtidos.

Anahy

- Ambiente de execução para arquiteturas paralelas.
- Composição:
 - Interface de programação de alto nível.
 - Núcleo executivo.
- Dissociação da descrição do paralelismo da aplicação do paralelismo real da arquitetura.

Anahy

- Definição de número de atividades concorrentes, desconsiderando os recursos disponíveis.
- Núcleo Executivo:
 - Exploração da arquitetura.
 - Adaptação do número de atividades concorrentes de acordo com os recursos disponíveis.
 - Escalonamento com algoritmos de listas.

Anahy

- Escalonamento aplicativo baseado em algoritmos de listas.
- Camada intermediária:
 - Detecção das tarefas concorrentes;
 - Criação de DAG para representar dependências entre tarefas.
- Criação de Processadores Virtuais (PVs) para limitar o número de atividades concorrentes.

Anahy

- Concorrência descrita em um grafo não estruturado de *threads* (Fig. 1).
- *Threads* podem sofrer múltiplas sincronizações por *join*.
- *Threads* não bloqueantes.

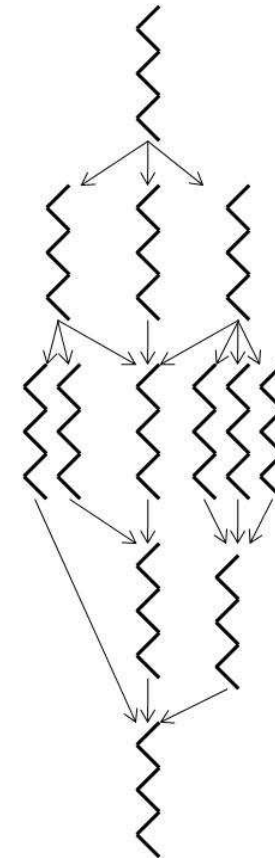


Figura 1 – Grafo de dependências de tarefas em Anahy.

ApenMP

- Ferramenta de pré-processamento (Fig. 2).
- Implementado em linguagem C.
- Tradução de diretivas, cláusulas e variáveis de OpenMP para Athreads.

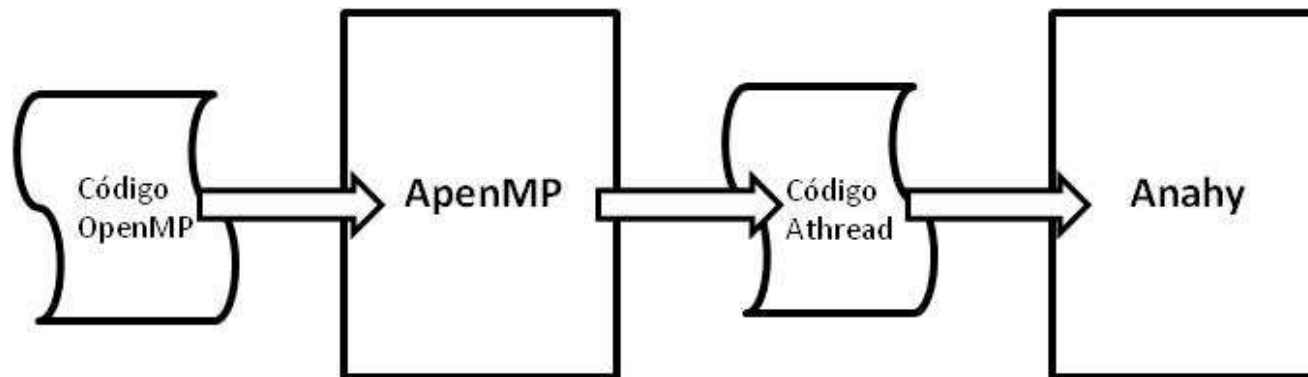


Figura 2– Processo de compilação com ApenMP.

ApenMP

- Considera as especificações de programação descritas por OpenMP (interface).
- Considera o modelo de programação e execução proposta por Anahy (execução).
- Respeita o modelo de escalonamento de listas de Anahy.

ApenMP

➤ Construção (Fig. 3):

- Flex;
- Bison;
- GCC 4.2.4.

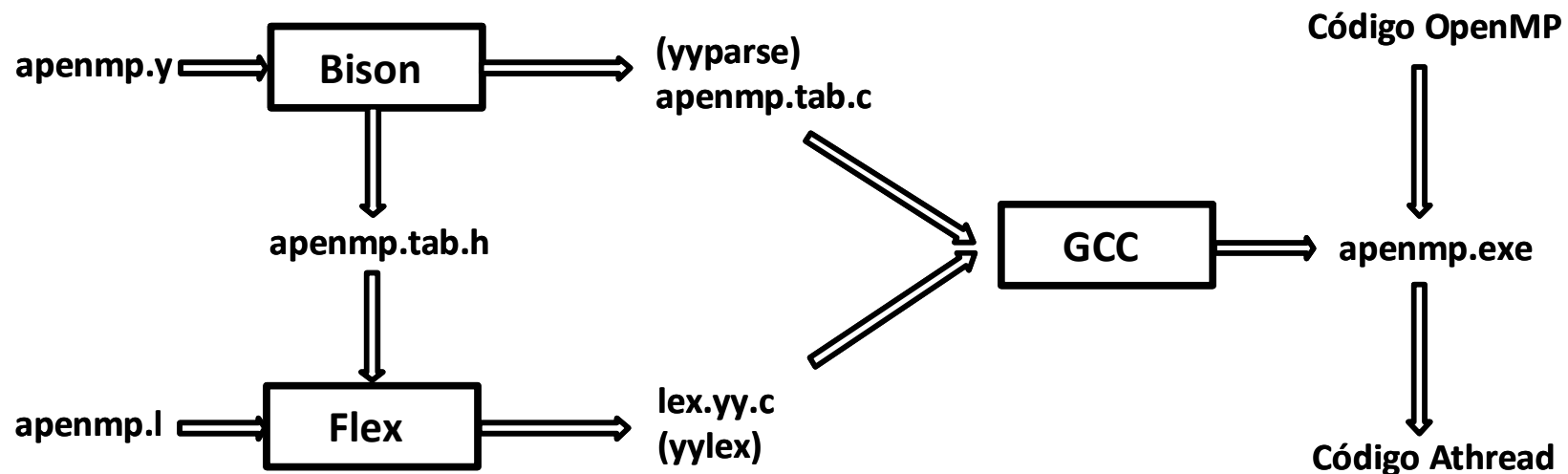


Figura 3 – Esquema de geração de ApenMP.

ApenMP

➤ Funcionalidades:

- Alteração somente das regiões paralelas;
- *Parallel* traduzido para *athread_create*;
- *For* traduzido para *athread_create*;
 - Laço particionado em *chunks*. Cada *chunk* corresponde a uma unidade de trabalho.
- Final do *pragma* ocorre *athread_join*;

ApenMP

➤ Funcionalidades:

- Variáveis:
 - *Private*: Locais para os *threads*;
 - *Firstprivate*: Conteúdo transmitido para os *threads*;
 - *Lastprivate*: Conteúdo do último *thread* executado transmitido para o *thread master*;
 - *Reduction*: Conteúdos executados em paralelo, combinados e transmitidos para o *thread master*.

ApenMP

➤ Exemplo de código:

```
#include <omp.h>

main() {
    int soma,a,b;
    a = 102;
    b = 202;
    #pragma omp parallel firstprivate(a,b,soma)
        soma = a + b
    printf("Soma final: %d, soma);
}
```

```
#include "athread.h"

void *amp1(void *head);

main() {
    int soma,a,b,ampAux,numThreads=4;
    struct valores *res,*head;
    void *retorno;
    athread_t ampth[4];
    a = 102; b = 202;
    alnit(&argc,&argv);
    constroiDados(a,b,soma,head);
    for(ampAux=0;ampAux<numThreads;ampAux++)
        athread_create(&ampth[ampAux],NULL,amp1,head);
    for(ampAux=0;ampAux<numThreads;ampAux++)
        athread_join(ampth[ampAux],&retorno);
    aTerminate();
    printf("Soma final: %d",soma);
}

void *amp1(void *head) {
    int a,b,soma;
    recuperaDados(a,b,soma);
    soma = a + b;
}
```

Resultados de desempenho

- Arquitetura utilizada.
 - Processador Intel Core 2 Duo 1,86GHz.
 - 4 MB Cache L2.
 - 2 GB RAM.

- Sistema Operacional.
 - GNU-Linux kernel 2.6.24.

- Compiladores.
 - GCC 4.2.4.
 - Intel 11.1.

Resultados de desempenho

- Metodologia utilizada:
 - Algoritmos destacando paralelismo de dados e tarefas em: OpenMP, Pthreads, Athreads.
 - Monte Carlo 2D.
 - Crivo de Eratóstenes.
 - Tempo de execução em segundos das regiões paralelas.
 - Média e desvio padrão de 20 execuções.
 - Testes utilizando 2,4,8 *threads*.

Resultados de desempenho

➤ Paralelismo de tarefas.

Tabela 1 – Tempo de execução.

	OpenMP (Intel)			OpenMP (GCC)			Pthreads			Athreads		
Thread	2	4	8	2	4	8	2	4	8	2	4	8
Média	0,268	0,356	0,587	0,276	0,398	0,623	0,271	0,361	0,601	0,259	0,350	0,533
Desvio padrão	0,007	0,002	0,003	0,018	0,008	0,009	0,014	0,021	0,003	0,002	0,006	0,010

Resultados de desempenho

➤ Paralelismo de dados.

Tabela 2 – Tempo de execução.

	OpenMP (Intel)			OpenMP (GCC)			Pthreads			Athreads		
Thread	2	4	8	2	4	8	2	4	8	2	4	8
Média	0,201	0,204	0,321	0,210	0,218	0,322	0,354	0,398	0,401	0,334	0,365	0,389
Desvio padrão	0,005	0,009	0,013	0,007	0,016	0,031	0,005	0,007	0,011	0,051	0,032	0,027

Resultados de desempenho

- Instruções mistas:
 - Diretivas *parallel* e *for*;
 - 2,4,8 PVs e 2 *threads*;
 - Casos de paralelização (Tab. 3):
 - Criação de *athreads* para o *parallel* e para o *for*.
 - 6 *athreads*.
 - Criação de *athreads* somente para o *parallel*.
 - 2 *athreads*.
 - Criação de *athreads* somente para o *for*.
 - 4 *athreads*.

Resultados de desempenho

Tabela 3 – Tempo de execução dos 3 casos de paralelização.

Casos	1			2			3		
PVs	2	4	8	2	4	8	2	4	8
Média	0,334	0,335	0,341	0,255	0,257	0,259	0,265	0,266	0,269
Desvio padrão	0,019	0,018	0,015	0,015	0,017	0,026	0,013	0,021	0,019

Conclusões

- Obtenção de um ambiente de programação capaz de extrair o paralelismo de dados de OpenMP e utilizar o núcleo de execução de Anahy.
- Resultados de desempenhos satisfatórios de acordo com a natureza dos algoritmos.
- Simplificação da paralelização de programas.

Trabalhos futuros

- Implementação completa da especificação de OpenMP.
- Criação de um núcleo executivo próprio.
- Eliminação de código intermediário Athreads.



ApenMP: an OpenMP support for Anahy model

**Cristian Fernando Flores Castañeda
Gerson Geraldo Homrich Cavalheiro, Dr.**