

# Compilador de Tabela de Rotas BGP

Antonio Augusto de Cintra Batista

Ação semântica: levantar topologia da rede

Ação semântica: coletar dados estatísticos

Ação semântica: diagnóstico de falhas

Ação semântica: roteamento inteligente

# Agenda

👉 Motivações

👉 A Tabela na Intimidade

👉 Compilador e seus componentes

👉 Projeto SIR

# Motivações

- 👉 Tabela de rotas muito grande para ser manipulada manualmente
  - 👉 112K rotas, crescendo exponencialmente (atualmente cerca de 2000 rotas/mês)
- 👉 Organizar um pouco mais a criação de aplicativos p/ tratar a tabela
- 👉 Desafio

# Intimidade da Tabela – 1

TIME: 08/06/01 08:16:50  
TYPE: BGP4MP/MESSAGE/Keepalive  
FROM: 200.187.112.30 AS20121  
TO: 200.187.112.5 AS20121

# Intimidade da Tabela – 2

TIME: 08/06/01 08:16:57  
TYPE: BGP4MP/MESSAGE/Update  
FROM: 200.187.112.30 AS20121  
TO: 200.187.112.5 AS20121  
ORIGIN: IGP  
ASPATH: 16397 13353 19244 7018 8151 10436  
NEXT\_HOP: 200.187.112.30  
LOCAL\_PREF: 100  
ANNOUNCE  
132.254.32.0/20  
132.254.96.0/21  
200.23.63.0/24

# Intimidade da Tabela – 3

TIME: 08/06/01 08:17:01  
TYPE: BGP4MP/MESSAGE/Update  
FROM: 200.187.112.30 AS20121  
TO: 200.187.112.5 AS20121  
WITHDRAW  
61.128.96.0/19  
61.138.224.0/19  
203.168.12.0/24  
217.156.78.0/24

# Intimidade da Tabela – 4

TIME: 08/06/01 08:20:13  
TYPE: BGP4MP/MESSAGE/Update  
FROM: 200.187.112.30 AS20121  
TO: 200.187.112.5 AS20121  
ORIGIN: IGP  
ASPATH: 16397 17379 5511 701 14496  
NEXT\_HOP: 200.187.112.30  
LOCAL\_PREF: 100  
ATOMIC\_AGGREGATE  
AGGREGATOR: AS14496 192.25.106.66  
ANNOUNCE  
192.25.199.0/24  
192.46.4.0/24

# Constatações sobre a Tabela

- ➡ Possui estrutura regular (sintaxe)
- ➡ Pode ser representada por um conjunto de regras gramaticais
- ➡ Alguns campos opcionais
- ➡ **COMPILADOR**



# Compilador

- 👉 É um sistema construído com técnicas já bem estudadas
- 👉 Sua entrada: alguma coisa com estrutura regular (sintática)
- 👉 Sua saída: o resultado das rotinas que chamamos de ações semânticas
- 👉 Internamente possui os analisadores: léxico, sintático e semântico.

# Compilador de Tabela BGP

- 👉 Sua entrada: a tabela de rotas (forma nativa binária, ou ASCII)
- 👉 Sua saída: resultados das ações semânticas executadas pontualmente em cima da gramática
- 👉 Vantagens
  - 👉 Foco mais centrado nos resultados
  - 👉 Flexibilidade
  - 👉 Compilador top-down, recursivo, descendente, predizível, com gramática livre-de-contexto

# Construção da Gramática – 1

## (notação EBNF)

```
compilador ::= { time type [view] [sequence] [prefix]  
from [to] [withdraw] [originated]  
[origin] [aspath] [next_hop] [local_pref]  
[multi_exit_disc]  
[atomic_aggregate] [aggregator]  
[announce] [community] [status] }
```

```
TIME: 08/06/01 08:16:50  
TYPE: BGP4MP/MESSAGE/Keepalive  
FROM: 200.187.112.30 AS20121  
TO: 200.187.112.5 AS20121
```

# Construção da Gramática – 2

time ::= TIME ':' day hour  
day ::= NUM '/' NUM '/' NUM  
hour ::= NUM ':' NUM ':' NUM

---

TIME: 08/06/01 08:17:01  
TYPE: BGP4MP/MESSAGE/Update  
FROM: 200.187.112.30 AS20121  
TO: 200.187.112.5 AS20121  
WITHDRAW  
61.128.96.0/19  
61.138.224.0/19  
203.168.12.0/24  
217.156.78.0/24

# Construção do Analisador Léxico

- ➡ Leitura dos LEXEMES da linguagem
  - ➡ Caracteres de pontuação
  - ➡ Palavras reservadas
  - ➡ Nomes e números
  - ➡ Outras entidades léxicas eventuais
- ➡ Após leitura e caracterização do lexeme lido
  - ➡ retorna um valor inteiro (TOKEN)
  - ➡ Token = único p/ cada tipo de lexeme

# Analizador Sintático (parser)

- 👉 O Léxico lê um LEXEME do prog. fonte (tabela de rotas) e retorna o correspondente TOKEN
- 👉 O sintático, logo após chamar o léxico, verifica se o token RECEBIDO é igual a alguns dos tokens ESPERADOS naquele momento
- 👉 O sintático é construído baseado na gramática (sintaxe)

# Exemplo de Implementação do Parser – 1

- 👉 LookAhead é o token recebido do prog. fonte
- 👉 Token é o token esperado pela gramática

```
void Match (int Token) // comunicação entre lex. e sint.
{
    if (LookAhead == Token) {
        // printf("LookAhead=%d\t|Lexeme=%s\n", LookAhead,
            Lexeme);
        strcpy(LexemePrevious, Lexeme);
        LookAhead = Analex(); // Sintático chama o Léxico
    } else {
        ErrMatch(Token, LookAhead);
    }
}
```

# Exemplo de Implementação do Parser – 2

```
Aspath ::= ASPATH ':' {NUM}+ [ '[' {NUM}+ ']' ]
```

```
void Aspath()  
{  
    Match(ASPATH);  
    Match(COLON);  
    do {  
        Match(NUM);  
    } while (LookAhead == NUM);  
    if (LookAhead == LEFT_BRACKET) {  
        Match(LEFT_BRACKET);  
    do {  
        Match(NUM);  
    } while (LookAhead == NUM);  
    Match(RIGHT_BRACKET);  
}
```



# Analisador Semântico

👉 Ações semânticas são inseridas pontualmente no sintático

## ANTES

```
Aspath ::= ASPATH ':' {NUM}+ [ '[' {NUM}+ ']' ]
```

## DEPOIS

```
Aspath ::= AspathS1 ASPATH AspathS2 ':' AspathS3 { As-  
pathS4 NUM AspathS5 }+ AspathS6 [ AspathS7 '[' As-  
pathS8 { AspathS9 NUM AspathS10 }+ AspathS11 ']' As-  
pathS12 ] AspathS13
```

# Exemplo de ação semântica

```
void ApathS4()
{
    int As;

    if (LookAhead == NUM) {
        As = atoi(Lexeme);
        P1 = InsertAs(As);
        strcpy(LexemePrevious, Lexeme);
    }
}

void ApathS5()
{
    int As;
    struct BuyStruct *BuyP;
    struct SellStruct *SellP;

    if (LookAhead == NUM) {
        As = atoi(Lexeme);
        P2 = InsertAs(As);
        BuyP = InsertSeller(P2, P1->As);
        SellP = InsertBuyer(P1, P2->As);
    }
}
```

# Outras ações semânticas

- 👉 criar estrutura de dados adequada para tratar os dados desejados (arquivo global.h)
- 👉 criar as rotinas semânticas pontuais analisando o que se quer em conjunto com a gramática
- 👉 é mais organizado trabalhar com os conceitos de atributos:
  - 👉 herdados
  - 👉 sintetizados

# Sugestões de ações semânticas

- 👉 construção da topologia
- 👉 agregação de rotas
- 👉 diagnóstico de falhas e medidas corretivas
- 👉 Projeto Servidor Inteligente de Rotas

# Projeto Servidor Inteligente de Rotas

- 👉 Como o BGP a melhor rota?
- 👉 Dá p/ acreditar que a “Best route” é a melhor rota?
- 👉 Estudos da University of Washington indicam que 70 a 80% das rotas são sub-ótimas
- 👉 Como fazer para melhorar isto?

# Servidor Inteligente de Rotas –

## 1

- 👉 AS estão cada vez mais multi-homed
- 👉 Medir regularmente a qualidade das rotas por meio de cada provedor de trânsito IP
- 👉 Medir: RTT, Packet Loss, transfer rate, jitter, estabilidade de rota
- 👉 Permitir que cada comprador de trânsito defina critérios de QUALIDADE e de PREÇO, para todas ou cada rota
- 👉 Armazenar estes dados numa BD

# Servidor Inteligente de Rotas – 2

- 👉 De posse de todos estes dados, o SIR sabe a MELHOR rota para cada comprador de trânsito
- 👉 O SIR faz seção BGP com os roteadores de fronteira e diz: por favor, venda estas rotas para este comprador; e estas outras rotas para aquele outro; ...
- 👉 O SIR pode ensinar as melhores rotas para todos os vendedores que “falam” BGP.

# Fim ??

👉 Tomara que não :-)

👉 Antonio Augusto de Cintra Batista

👉 emails:

👉 [antonio@interprov.com.br](mailto:antonio@interprov.com.br)

👉 [antonio@IPtrip.com.br](mailto:antonio@IPtrip.com.br)



# Referências – 1

- [AGT98] George Apostolopoulos, Rouch Guerin, and Sanjay Ka-matand Satish Tripathi. Quality of Service Routing: A Performance Perspective. In *Proceedings of the ACM SIGCOMM '98*, pages 17–28, Vancouver, BC, September 1998.
- [LMJ97] Craig Labovitz, G. Robert Malan, and Farnam Jahanian. Internet Routing Instability. In *Proceedings of the ACM SIGCOMM '97*, pages 115–126, Cannes, France, September 1997.
- [LMJ99] Craig Labovitz, G. Robert Malan, and Farnam Jahanian. Origins of Internet Routing Instability. In *Proceedings of the IEEE INFOCOM '99*, New York, NY, March 1999.
- [Pax97a] Vern Paxson. End-to-end Internet Packet Dynamics. In *Proceedings of the ACM SIGCOMM '97*, pages 139–152, Cannes, France, September 1997.
- [Pax97b] Vern Paxson. *Measurements and Analysis of End-to-End Internet Dynamics*. PhD thesis, University of California at Berkeley, Department of Electrical Engineering and Computer Science, April 1997.
- [RL95] Y. Rekhter and T. Li. A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4). RFC-1771, 1995.
- [Ros82] E. Rosen. Exterior Gateway Protocol (EGP). RFC-827, 1982.

# Referências – 2

- [TMW97] Kevin Thompson, Gregory J Miller, and Rick Wilder. Wide-Area Internet Traffic Patterns and Characteristics. *IEEE Network Magazine*, 11(6):10–23, November 1997.
- [VEF98] Kannan Varadhan, Deborah Estrin, and Sally Floyd. Impact of Network Dynamics on End-to-End Protocols: Case Studies in TCP and Reliable Multicast. Technical Report USC-CS-TR 98-672, University of Southern California, Information Sciences Institute, April 1998.
- [Bra01a] Hans-Werner Braun. *BGP Core Routing Table Size* (on-line). Advanced Network Technology Center, University of Oregon, USA.  
<http://www.antc.uoregon.edu/route-views/dynamics/> (11/11/2001)
- [Bra01b] Hans-Werner Braun. *Global ISP interconnectivity by AS number*, NLNR/MOAT web site (on-line), <http://moat.nlanr.net/AS>. (11/11/2001).
- [GNU01] GNU Project . *The Free Software Definition* . <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html> (11/11/2001).
- [ANSP] Rede ANSP – an Academic Network at São Paulo. FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. <http://www.ansp.br/advanced.htm> (11/11/2001).