

Regulagem em tempo-real de um sistema integrado de semáforos

Ricardo Luiz Barros Leite Campos – Universidade Católica de Brasília, 2006

Problema

O semáforo é um dispositivo de controle de tráfego que alterna o direito de passagem de veículos em interseções de duas ou mais vias.

A regulação de semáforos tem o objetivo de estabelecer o melhor tempo de ciclo para tentar otimizar uma via com fluidez e segurança.

No Brasil a maioria dos semáforos é regulada com tempo fixo de ciclo, o que não atende bem a fluxos muito intensos.

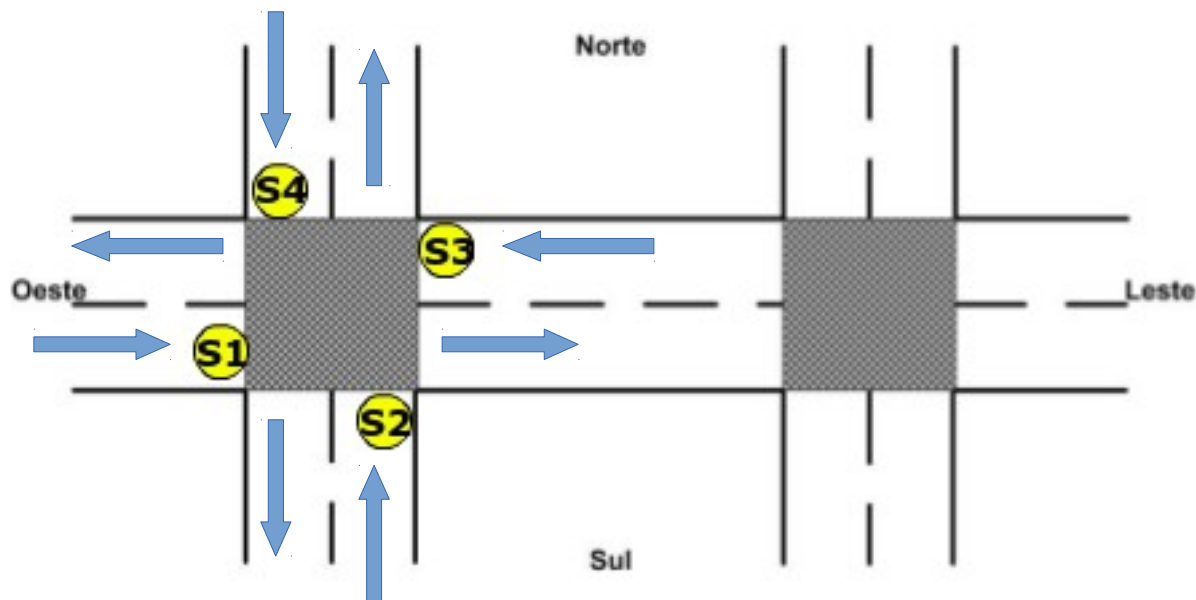
Solução proposta

Uma alternativa viável é que o controlador de trânsito - equipamento que comanda o semáforo - possa ter o tempo de ciclo estabelecido conforme as condições atuais do fluxo de veículos.

Para tanto seria ideal que o controlador fosse operado manualmente, em tempo-real.

Como uma Rede Neural Artificial pode simular o processamento humano de informações, desconsiderando critérios pessoais, sua utilização na regulação é proposta como solução ao problema.

Ambiente proposto



Cruzamento entre três vias

Regulagem dos semáforos

A regulagem dos quatros semáforos da interseção deverá ser feita de acordo com a situação do fluxo de veículos em todas as faixas do cruzamento. E, também, deverá considerar, desde que exista tal informação, o estado atual do tráfego da via principal da outra interseção.

Os semáforos estarão sincronizados dois a dois (S1 e S3; S2 e S4), ou seja, na mesma fase.

Controle de fluxo

O fluxo de veículos será analisado por um controlador, para cada uma das faixas da via. Será calculado da seguinte forma:

$$Q = q(ant) + de - ds$$

onde:

- Q é a quantidade de veículos na pista no momento corrente;
- $q(ant)$ é a quantidade de veículos na pista no momento anterior;
- de é o registro ou não de um veículo entrando na pista no momento corrente;
- ds é o registro ou não de um veículo saindo da via no momento anterior.

Controle de fluxo

Para definir o estado do fluxo, a quantidade de veículos e a velocidade atuais da via são consideradas e comparadas com a quantidade de veículos e velocidade máximas suportados pela via. A quantidade de veículos é classificada da seguinte forma:

- **Nenhum:** se a quantidade de veículos calculada for igual a zero;
- **Pouco:** se a quantidade de veículos for maior que 1 e menor ou igual à metade da quantidade máxima;
- **Normal:** se a quantidade estiver entre a metade e $2/3$ da quantidade máxima;
- **Muito:** se a quantidade for maior que $2/3$ da quantidade máxima.

Como são analisadas duas vias, o valor do fluxo considerado é o **maior** entre elas.

Controle de fluxo

A velocidade média é classificada da seguinte forma:

- **Parado:** se a quantidade de veículos calculada for igual a zero;
- **Baixa:** se a velocidade média for maior que 0 e menor ou igual a velocidade mínima da via;
- **Regular:** se a velocidade média estiver entre a velocidade mínima e a máxima;
- **Alta:** se a velocidade média for maior que a velocidade máxima.

Controlador de fluxo

A velocidade também é analisada afim de determinar se um fluxo está **parado, parando, começando a se movimentar ou em movimento.**

Os estados de tráfego são obtidos da análise da velocidade e quantidade de veículos da via, sendo definidos a partir de regras pré-estabelecidas, por exemplo:

Se a Quantidade for MUITO e a Velocidade for NORMAL, então o Tráfego será BAIXO.

Controlador de semáforo

Os semáforos terão um controlador dinâmico, que reduzirá o intervalo do ciclo atual afim de que a indicação luminosa que será apresentada espelhe a ordem recebida pela rede neural.

O controlador deverá ser capaz de, a partir da sua situação atual, estabelecer sua próxima indicação considerando também qual a indicação luminosa anterior. Como a seguinte situação:

- I. Situação Anterior: Verde
- II. Situação Atual: Amarelo
- III. Próxima Situação: Vermelho

Controlador de semáforo

O controlador trabalhará em modo automático quando não conseguir comunicação com a rede neural.

O funcionamento do controlador será definido por regras que consideram os dois sinais, como exemplo:

Se os sinais 1 estiver VERDE e o Sinal 2 estiver VERMELHO, então o Sinal 1 será AMARELO e o Sinal 2 será VERMELHO.

Se o Sinal 1 estiver AMARELO e o Sinal 2 estiver VERMELHO, então ambos os sinais serão VERMELHO.

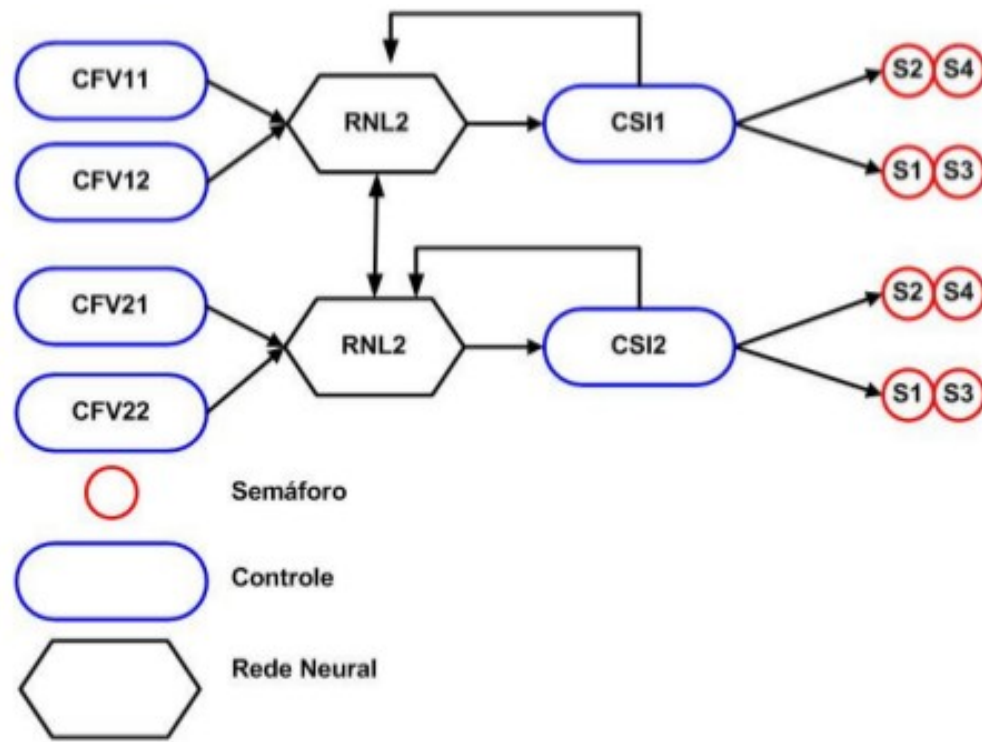
Rede Neural

O controlador de semáforos também se baseará na fase atual do semáforo da outra interseção, que será compartilhada através de troca de mensagens.

Para a solução apresentada foi desenvolvido o seguinte modelo de Rede Neural:

- Quatro controladores de Fluxo de Veículos;
- Dois controladores de Semáforo;
- Duas Redes Neurais Locais.

Rede Neural



Modelagem Geral para Resolução do Problema

Rede Neural

A rede neural tem como objetivo estabelecer o próximo estado que a **via principal** deve ficar após o processamento dos controladores de semáforo e de fluxo. Decidindo se a via principal é liberada e a secundária bloqueada; ou se a principal é bloqueada e a secundária liberada; ou se as duas serão bloqueadas.

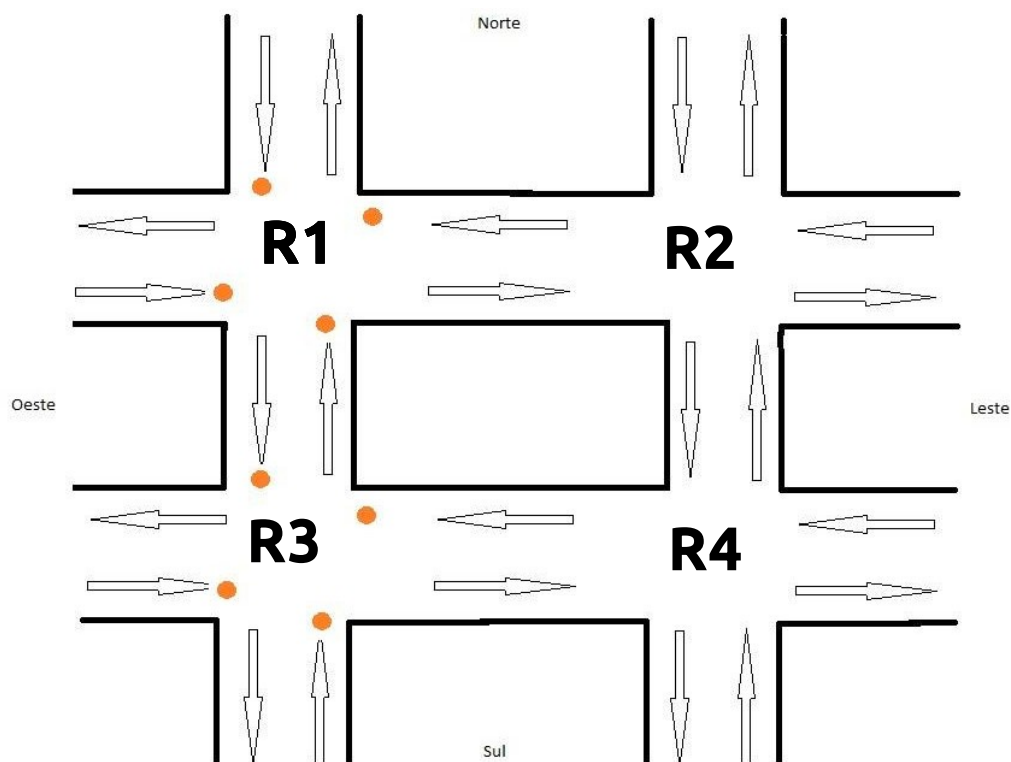
Distribuição

A solução proposta coordena somente um cruzamento.

Tornar essa aplicação distribuída permitirá coordenar a regulação de vários cruzamentos e analisar o tráfego de uma área maior.

Tornando possível também a alteração de um (ou mais) semáforos ao longo de um caminho pré-estabelecido, criando uma *Onda Verde*.

Distribuição



Ambiente sugerido para a distribuição

Atividades previstas

1. Desenvolvimento do controladores de fluxo.
2. Desenvolvimento do controlador de semáforos.
3. Desenvolvimento da Rede Neural.
4. Aprendizado e testes na rede neural.
5. Distribuição das redes e comunicação entre elas.
6. Exibição e análise dos semáforos distribuídos.