

Roteiro (cont.)

- **Sistemas de Informação ao Usuário**
- Integrando o Motorista ao Sistema de Informação
- Desafios e Novas Tecnologias
- Simulação de Pedestres
- Conclusão

Motivação para Informação

- **Avoid trip:** Telework, E-commerce PARIS
1%
- **Modal split:** Use different means of transportation 2 %
- **Temporal changes:** Earlier or later departure time 23 %
- **Spatial changes:** Alternative routes,
route guidance 45 %

Motivação para Informação

- tipos de controle vistos:
 - semáforos
 - pedágio

Informação ao Usuário

- controle via informação?
 - expansão das alternativas de rota nem sempre é factível:
 - paradoxo de Braess
 - solução: distribuir os usuários de forma equilibrada e inteligente via difusão de informação

Informação ao Usuário

- tipos (diferentes propósitos):
 - efêmera: estado atual e previsto da rede
 - estática: sobre a topologia da rede
 - agregação: diagramas fundamentais
 - sobre usuário: origens, destinos, distribuição tempo de partida, atividades diárias

Informação ao Usuário

- sistema de informação:
 - melhor gerenciar problemas de tráfego
 - visam coletar, processar, analisar, agregar e disponibilizar dados do negócio transporte e mobilidade urbana
- 3 usuários:
 - técnico do setor operacional
 - planejador ou engenheiro
 - motoristas particulares e comerciais

Informação ao Usuário

- sistema de informação ao usuário
 - objetivos:
 - coletar
 - processar
 - analisar
 - agregar
 - disponibilizar dados

Informação ao Usuário

- aquisição de dados:
 - censos e questionários
 - dados relativos a volumes e velocidades de veículos
 - sensores de laço indutivo
 - tratamento de imagens: diversos desafios
 - envolvem movimento e posicionamento
 - condições climáticas e de luminosidade nem sempre favoráveis

Informação ao Usuário

- aquisição de dados:
 - floating cars (e.g. taxis)
 - veículo equipado com GPS e sistema de comunicação (wireless ?)
 - gera informação sobre posição e velocidade de cada veículo sonda
 - eficaz se frota grande
 - Stuttgart: 700 taxis com GPS

GPS = Global Positioning System

- Originally pure military application, full operation capability since 1995, without artificial impreciseness since 2000
- Based on more than 24 satellites (2005: 31)
- For exact positioning, more than 4 satellites have to be accessible concurrently
- Positioning based on triangulation: 4 unknown values: (x-, y-, z-Coordinate, Clock Drift)
- Every time and everywhere on the earth positioning available
- But
 - not error-free (depending on satellite availability)
 - GPS receiver with significant warm-up period

Excursion:

Given: road map and a sequence of GPS measurements of a person that moves over the map

- **Goal:** Re-allocate the GPS-points in a way that a interruption-free routing is generated
- **Idea:** Every GPS-point is a agent, after an initial alignment, it negotiates with its neighboring GPS points to form a complete route
- From distances – speed and transportation modus can be determined.

Concept

1 Local Alignment

- Every agent perceives next edge and assigns to
- Computes some „trust-value“ that assesses how good assignment based on distance and number of alternatives

2 Negotiation

- Communicate assignments and trust
- Modify trust due to similarity/connectivity in assignment of neighbor agents
- Stochastic re-assignment when bad trust-value
- Problem: Convergence to connected route?
- Solution: add heuristics to agent behavior

Informação ao Usuário

- desafios:
 - dados devem ser tratados de forma centralizada
 - qual ação tomar dado um estado de toda a rede viária?
 - como esta ação se traduz em ações para os controladores individuais?

Informação ao Usuário

- desafios:
 - dados devem ser processados e agregados para que o planejador urbano possa deliberar sobre ações e projetos num horizonte de tempo medido em meses ou anos
 - qual informação e em qual formato, fornecer ao usuário motorista?

Informação ao Usuário

- desafios (sumário):
 - 1. sistemas de bancos de dados temporais e geográficos
 - como coletar e manter este tipo de dado
 - como tratar informações geográficas, incluindo dados não acurados coletados por dispositivos GPS
 - como, quando e qual informação fornecer aos diversos usuários

Informação ao Usuário

- desafios (sumário):
 - 2. qual meio utilizar para divulgação da informação e, especialmente no caso de dispositivos móveis, como projetar interfaces eficazes e eficientes
 - 3. interoperabilidade dos diversos componentes embarcados em veículos e controladores de semáforos

Informação ao Usuário

- Difusão da Informação
 - meios típicos: rádio e TV
 - há pelo menos duas décadas: VMS (variable message signs)



Informação ao Usuário

- ATIS
 - advanced traveller information system ou sistemas avançados de informação ao motorista
 - rede: série de pares origem-destino (OD) e diversos caminhos conectando cada um destes pares
 - usuários: conhecem melhor caminho para um OD (desde que caminhos livres de congestionamento)

Informação ao Usuário

- ATIS
 - hora de pico:
 - padrão de tráfego muda
 - rotas não ótimas -> alternativas atraentes
 - motoristas familiarizados com as condições da rede (commuters) realizam processo individual de otimização baseado na sua própria experiência
 - equilíbrio de Wardrop: todos os usuários escolhem suas rotas ótimas

Informação ao Usuário

- ATIS
 - problemas com equilíbrio de Wardrop
 - variações nas condições de demanda, eventos excepcionais (jogo de futebol!), tempo/clima, mudam condições de tráfego
 - equilíbrio pode ser destruído
 - artérias altamente congestionadas enquanto que outras partes da rede ficam sub utilizadas

Informação ao Usuário

- ATIS

- melhorar a eficiência da rede via recomendação direta ou indireta de rotas alternativas
- classificação:
 - recomendação ou aconselhamento de rota antes da viagem (pre-trip) e durante esta (en-route)

Informação ao Usuário

- ATIS
 - pre-trip: difusão via internet, celular e outros dispositivos móveis, rádio e TV
 - usuário decide sobre o meio de transporte, horário de partida e rota inicial
 - en-route:
 - informação bruta
 - recomendação de rota

Informação ao Usuário

- ATIS
 - usuários: preferem informação bruta (permite decisões próprias sobre rota)
 - desvantagens:
 - usuário precisa conhecer bem a rede
 - apenas uma pequena parte da informação existente pode ser repassada aos usuários (especialmente via VMS) devido a limitações de espaço e tempo.

Informação ao Usuário

- **ATIS**

- questionável se informação bruta é suficiente para uma escolha de rota eficiente
- decisões míopes e ineficientes face à sua rota como um todo
- sistemas de aconselhamento de rota: responsabilidade de gerar rotas aceitáveis para todos os usuários (ou perda de credibilidade)

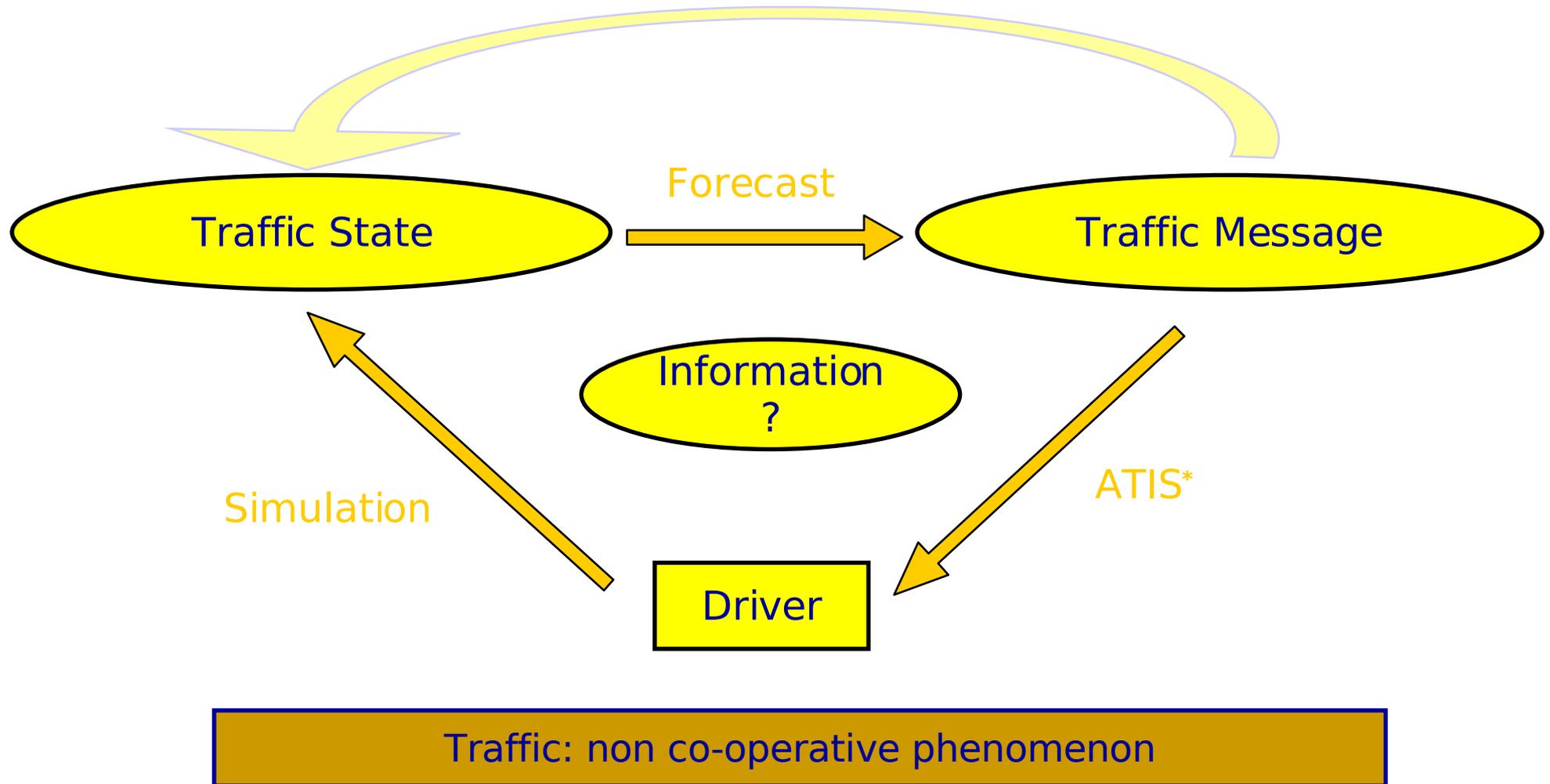
Informação ao Usuário

- ATIS
 - considerar o elemento humano no processo
 - ATIS largamente empregados
 - quais rotas recomendar
 - entretanto: nem sempre uma estratégia eficiente (usuários individuais têm poder final de decisão)

Informação ao Usuário

- ATIS
 - tráfego de veículos é um problema complexo e que muitas vezes mostra reações não intuitivas e inesperadas as medidas adotadas
 - entender comportamento do motorista em termos de escolha de rota

Informação ao Usuário ?



*Advanced Traveler Information Systems

Informação ao Usuário

- benefícios de ATIS
 - podem reduzir os tempos de viagem
 - difusão de informações sobre as rotas e modos e opções de horário de partida
 - usuários escolhem de forma a reduzir o tempo de viagem (individual)
 - pode contribuir para a diminuição do atraso global na rede
 - útil para quem não têm conhecimento sobre as condições de tráfego na rede

Informação ao Usuário

- uso de ATIS
 - Boston, Seattle e Washington:
 - 30 a 40% dos motoristas ajustam seus padrões de uso da rede baseados em informações recebidas
 - aproximadamente 45% mudam a rota
 - 45% mudam o horário da viagem
 - 5 a 10% mudam o modo de transporte

Roteiro (cont.)

- Sistemas de Informação ao Usuário
- Integrando o Usuário ao Sistema de Informação
- Desafios e Novas Tecnologias
- Simulação de Pedestres
- Conclusão

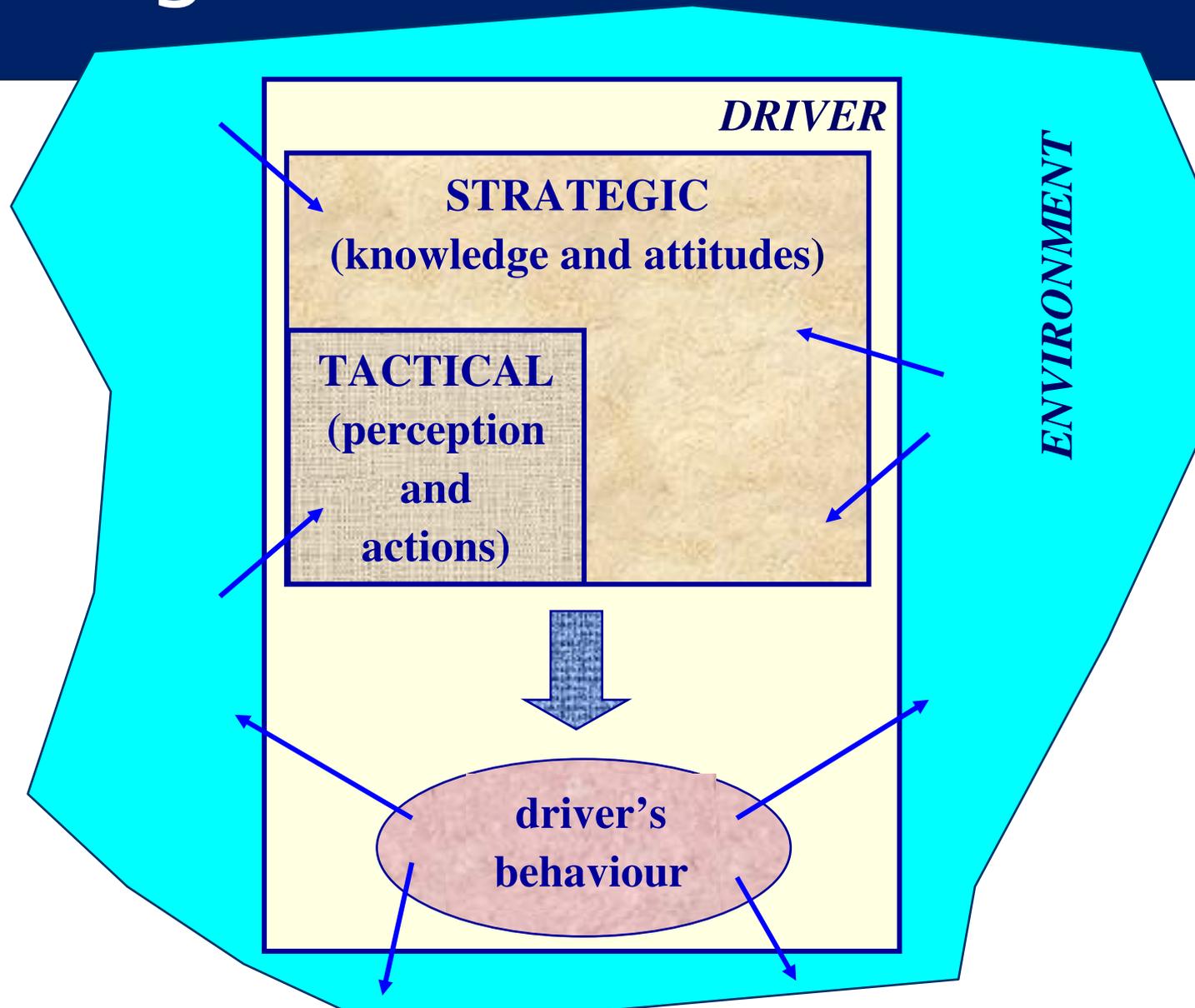
Integrando Usuário ao ATIS

- integrando o motorista
 - human-in-the-loop
 - modelo de comportamento do motorista
 - escolha de rota
 - velocidade escolhida para tráfego
 - troca de pistas

Integrando Usuário ao ATIS

- integrando o motorista
 - necessário estabelecer relação entre o modelo de comportamento proposto para um motorista e o modelo computacional
 - sistemas multiagente
 - arquitetura de cada agente: camadas
 - nível reativo (tático operacional)
 - nível BDI (estratégico)

Integrando Usuário ao ATIS



Integrando Usuário ao ATIS

- camada tática
 - decisões de curto prazo
 - direção (aceleração, desaceleração, velocidade, ultrapassagens, etc.)
 - exemplo de implementação
 - modelo autômato celular
 - simulação baseada em agentes reativos

Integrando Usuário ao ATIS

- camada estratégica
 - tarefas
 - assimilação da informação
 - decisão: escolha de rota
 - problemas:
 - considerar e raciocinar sobre outros usuários
 - dilema social: não há solução ótima

Integrando Usuário ao ATIS

- camada estratégica: exemplo
 - *commuting scenario*: 2 rotas
 - R (mais curta)
 - A
 - atualmente: R tem uma obra  
 - qual rota usar?? e os demais usuários???
 - solução:
 - simulação baseada em agentes (simples)

Integrando Usuário ao ATIS

- modelo BDI para escolha de rota
 - comportamento do motorista: pode ser descrito e explicado através de um modelo do estado mental (por exemplo as crenças, intenções e desejos do motorista) usando lógica BDI (Beliefs, Desires, Intentions)

Integrando Usuário ao ATIS

- modelo BDI para escolha de rota
 - exemplo:
 - desejos:
 - chegar pontualmente para uma reunião
 - devolver um DVD no Blockbuster
 - intenção: participar da reunião
 - crença: rota R congestionada
 - planos: *plan1, plan2, ...*

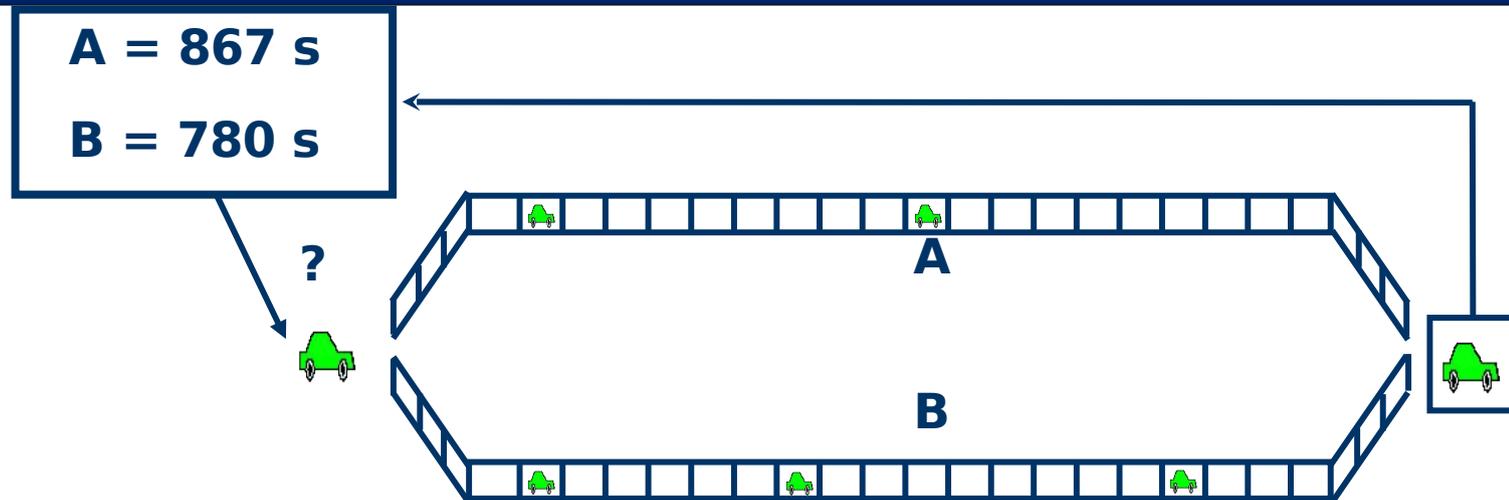
Integrando Usuário ao ATIS

- modelo BDI para escolha de rota
 - problemas:
 - devo modelar os demais usuários / motoristas também?
 - muito complexo
 - alternativa:
 - estudar reação dos usuários à informação
 - via teoria da utilidade (aprendizado após escolha iterada de rota)

Does Information Destroy Traffic Patterns?

- **Oversaturation:**
 - Road user has limited capabilities
 - Drivers: too much information!
- **Overreaction:**
 - Reasoning about other players
 - Non co-operative strategies
- **Concentration:**
 - Everybody follows recommendation
 - Natural equilibrium is lost

Integrando Usuário ao ATIS



- escolha iterada de rota (IRC)
 - 2 rotas A e B
 - FC transmitem tempos de viagem
 - motoristas:
 - sem informação: escolha aleatória
 - informados: escolhem menor tempo

Integrando Usuário ao ATIS

- escolha iterada de rota (IRC)
 - resultados:
 - quantidade FC: qualidade da mensagem
 - dependendo da porcentagem de motoristas informados:
 - equilíbrio natural se perde
 - equivalente a *minority game*

Integrando Usuário ao ATIS

- minority game iterado
 - objeto do projeto SURVIVE
 - UFRGS
 - Univ. Duisburg
 - Univ. Bonn
 - experimentos (escolha de rota) com cobaias
 - estudar como pessoas escolhem / decidem
 - incorporar processo decisório na simulação (IRC)

Integrando Usuário ao ATIS

- escolha iterada de rota (IRC)
 - cenário:
 - 2 rotas
 - N motoristas
 - ganho: inversamente proporcional número de motorista na rota
 - equilíbrio: $2/3$ motorista na rota A

Integrando Usuário ao ATIS

- escolha iterada de rota (IRC)
 - motorista:
 - conjunto de ações $A_i = (a_1, \dots, a_m)$
 - aprendizado: calcula probabilidades $P = (p_{i,1,t}, \dots, p_{i,m,t})$ de escolher rota i em função do ganho passado (tempo de viagem)

Integrando Usuário ao ATIS

- Resultados

Adaptation frequency	Average of final heuristic	Stability: Route Changes
1	0.677 ± 0.228	70 ± 27
5	0.676 ± 0.322	51 ± 39
10	0.679 ± 0.285	60 ± 36
20	0.688 ± 0.285	60 ± 38
50	0.715 ± 0.191	72 ± 29

Integrando Usuário ao ATIS

- escolha iterada de rota (IRC) com forecast
 - agente escolhe rota
 - informa central
 - recebe um forecast (tempo de viagem)
 - confirma ou não escolha
 - agentes podem ou não ter informação de forecast

- **Simulation of Traffic Agents**
Scenario with forecast (not of real people)
- 3 new aspects:
 - generation of the reference value: mean value of all previous feedback
 - evaluation of the reference value: tolerance (previous successes that determined the reference value can be observed by the driver again)
 - reconsideration: different possibilities
 - driver simply selects the other route -> perturbations
 - driver ignores first decision and randomly selects a route with equal probability

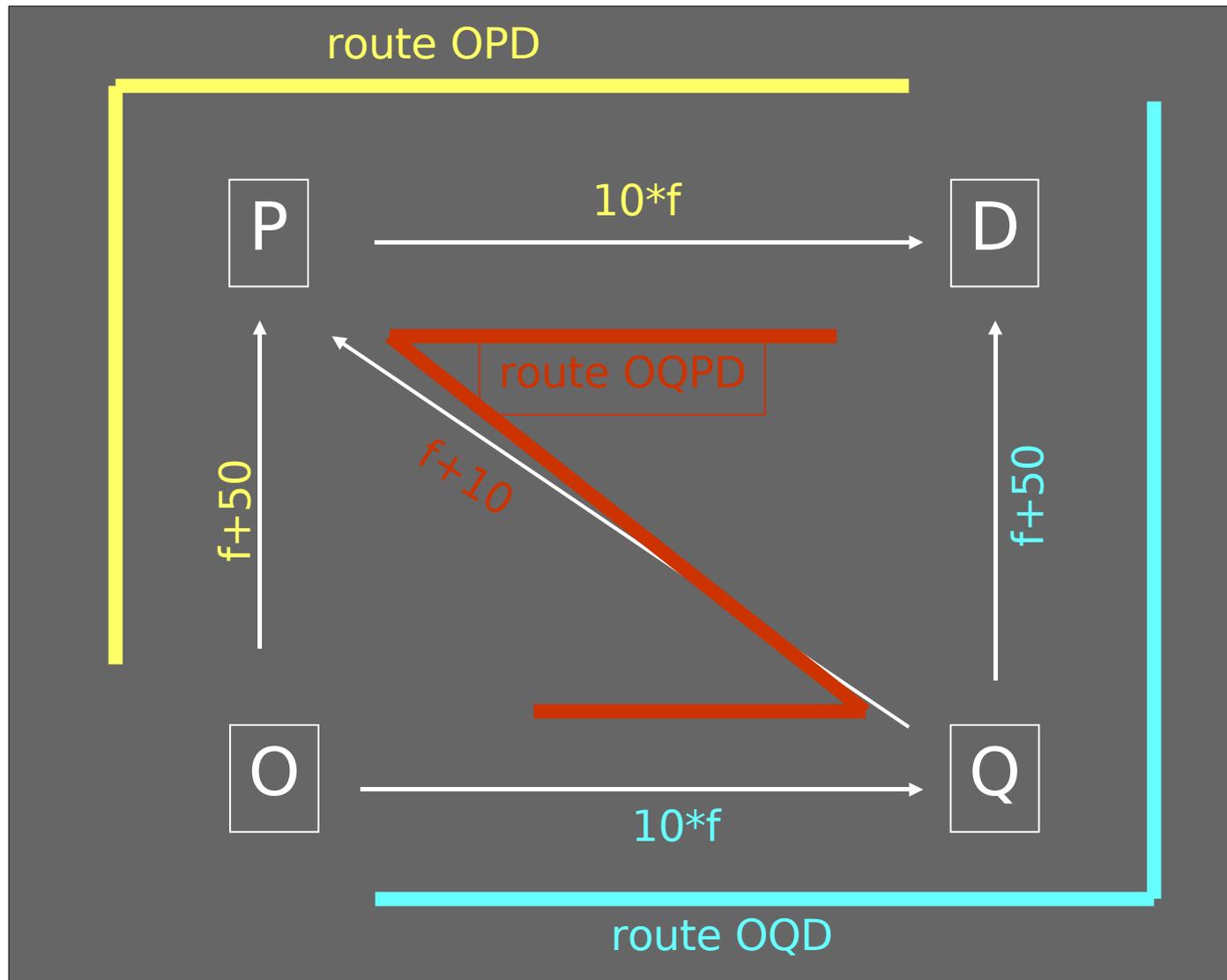
Integrando Usuário ao ATIS

- escolha iterada de rota (IRC) com forecast
 - resultados
 - todos informados: sub-ótimo
 - 75% desinformados é o melhor

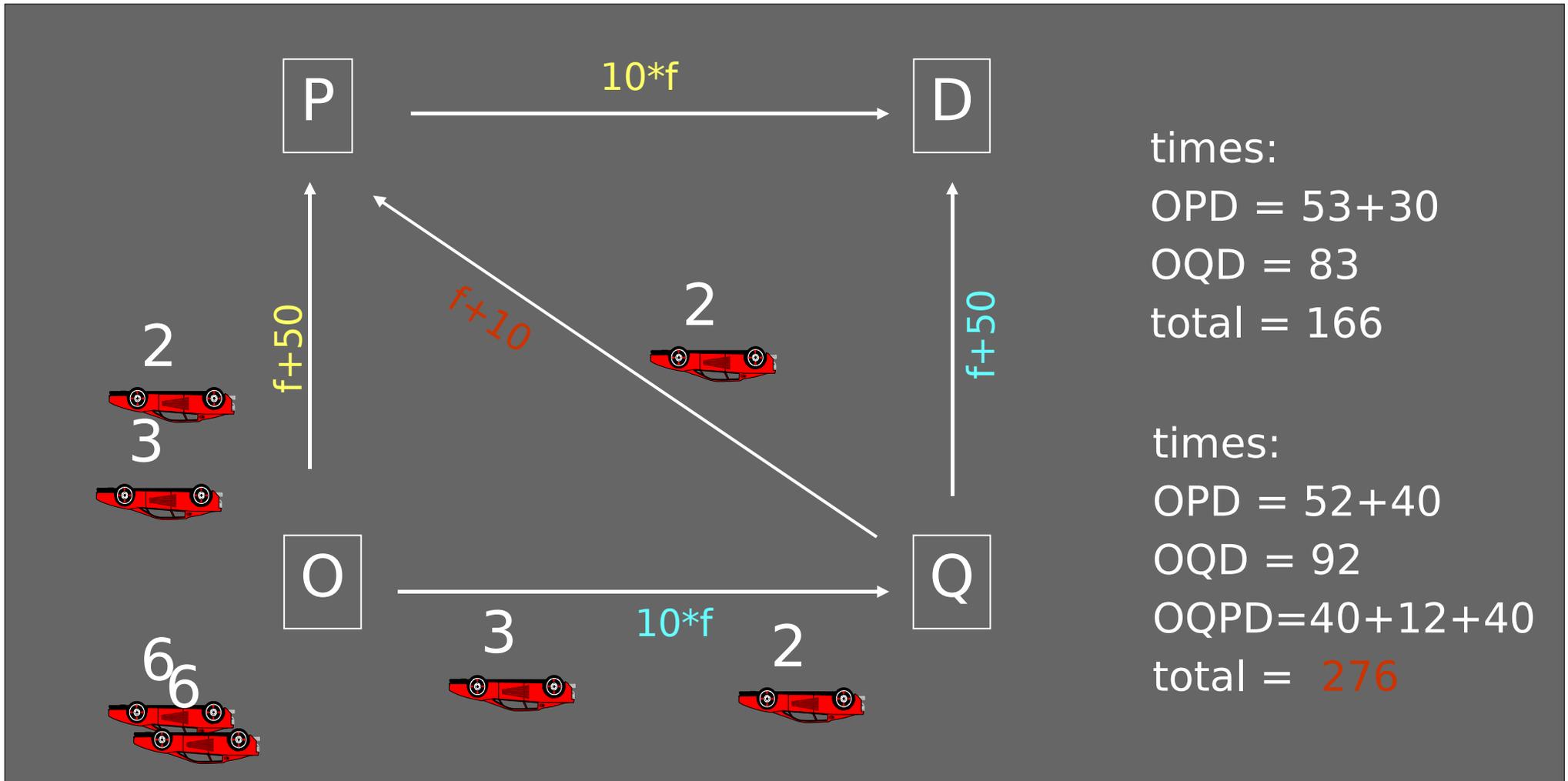
Integrando Usuário ao ATIS

- paradoxo de Braess
 - adding a new road to a traffic network may not reduce the total travel time in it (Braess, 1968)
 - tempo pode aumentar (e com isto os custos para os usuários)

Integrando Usuário ao ATIS



Integrando Usuário ao ATIS



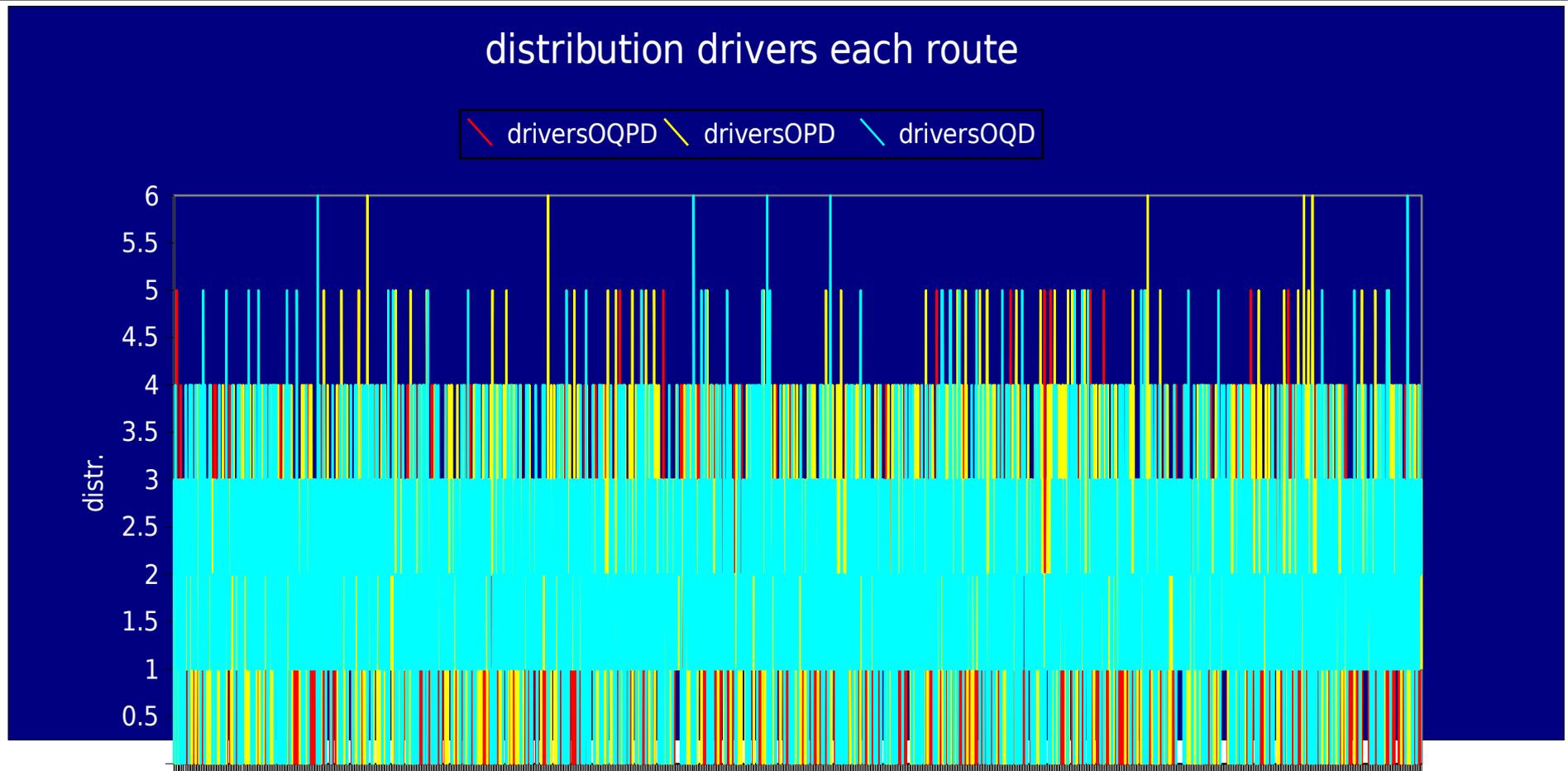
Integrando Usuário ao ATIS

- paradoxo de Braess
 - cenário iterado
 - usuários viajam todos os dias
 - razoável esperar que se adaptem às condições de tráfego
 - mas: custos sociais das suas ações tornam problema não trivial
 - é possível evitar o paradoxo de Braess no cenário iterado?

Integrando Usuário ao ATIS

- paradoxo de Braess:
experimentos
 - 6 motoristas
 - 1000 motoristas
 - métricas
 - probabilidade selecionar cada rota
 - distribuição veículos cada rota

Integrando Usuário ao ATIS



Integrando Usuário ao ATIS

- paradoxo de Braess: resultados
 - mess!
 - impossível distinguir padrões de comportamento dos agentes
 - alguns agentes aprendem a escolher uma rota com probabilidade 1
 - final simulação: agentes ainda selecionam OQPD :-)

Integrando Usuário ao ATIS

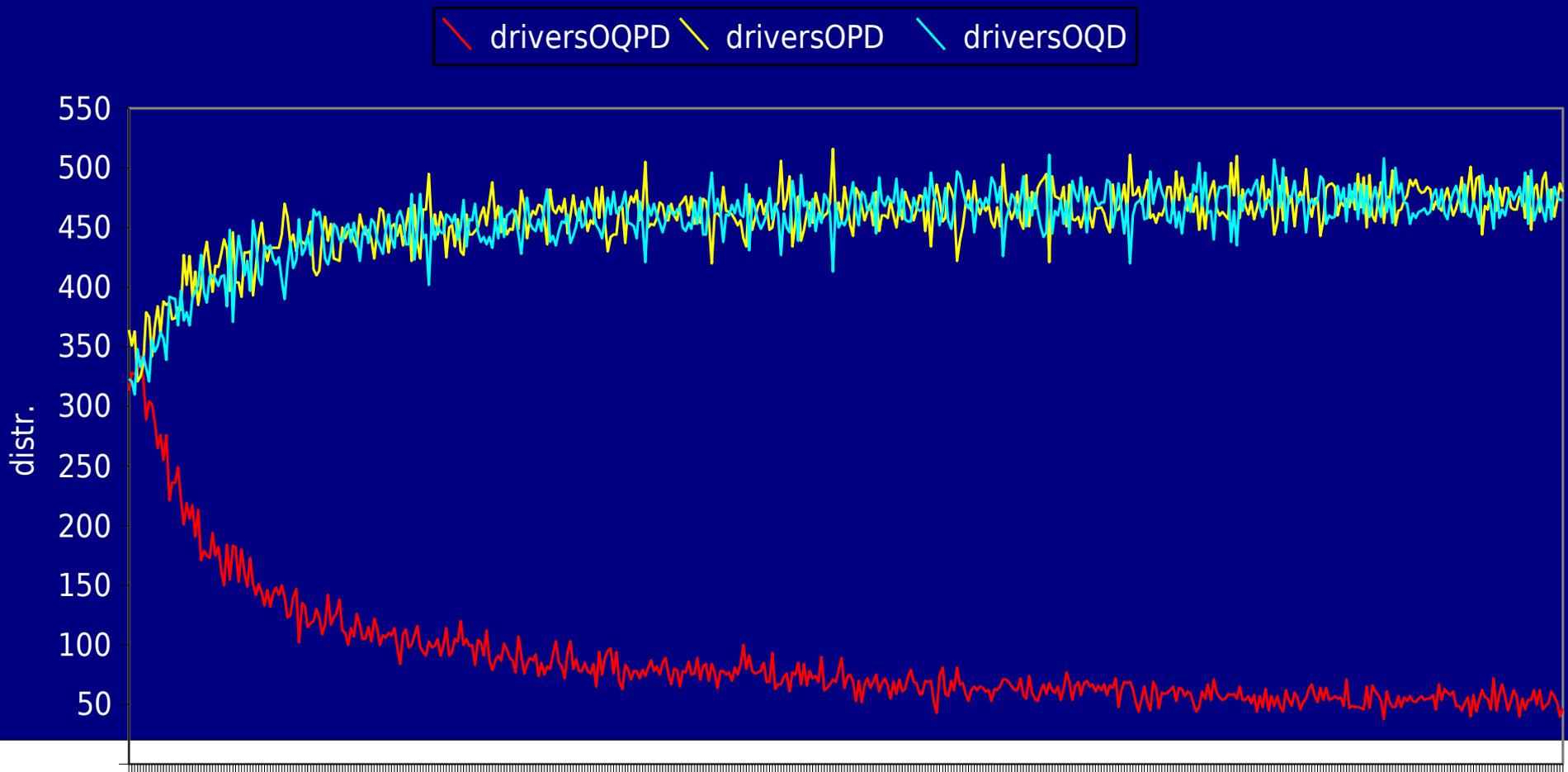
- paradoxo de Braess: resultados
 - explicação:
 - poucos agentes
 - efeito de cada agente (no ganho dos demais) é enorme
 - sistema tende a flutuar muito porque os agentes não aprendem nada :-)
 - agentes tentam se adaptar levando em conta os ganhos sem discriminar o que é uma boa estratégia

Integrando Usuário ao ATIS

- paradoxo de Braess: 1000 agentes
 - outras funções de custo são necessárias
 - Arnott and Small:
 - OP and QD : $T_{OP} = T_{QD} = f+15$
 - OQ and PD : $T_{OQ} = T_{PD} = 0.01*f$
 - QP : $T_{QP} = 7.5$
 - mas: custo QP independente de fluxo!!!

Integrando Usuário ao ATIS

distribution drivers each route



Integrando Usuário ao ATIS

- paradoxo de Braess: 1000 agentes
 - espera-se: menor influência de um agente
 - maioria dos agentes tendem a evitar rota OQPD
 - distribuição dos agentes entre as demais rotas tende a ser uniforme

Integrando Usuário ao ATIS

- paradoxo de Braess: conclusão
 - cenário interessante para estudo de aprendizado em SMA via heurística que minimiza custo global e local
 - melhora desempenho porque inclui fatores globais nos desempenho individual
 - agentes evitam uso da rota OQPD (exceto quando há poucos agentes)

Roteiro (cont.)

- Sistemas de Informação ao Usuário
- Integrando o Motorista ao Sistema de Informação
- **Desafios e Novas Tecnologias**
- Simulação de Pedestres
- Conclusão